



**Universidade de
Aveiro
Ano 2016**

Departamento de Comunicação e Arte
Escola Superior de Saúde de Aveiro

**Tânia Cristina
Ferreira Ribeiro**

**Os jogos digitais na fisioterapia do doente vítima de
Acidente Vascular Cerebral**



**Universidade de
Aveiro**
Ano 2016

Departamento de Comunicação e Arte
Escola Superior de Saúde de Aveiro

**Tânia Cristina
Ferreira Ribeiro**

Os jogos digitais na fisioterapia do doente vítima de Acidente Vascular Cerebral

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação Multimédia, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Isabel Furtado Franco de Albuquerque Veloso, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro e sob a coorientação científica do Doutor Rui Jorge Dias Costa, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à Avó Fátima e ao Avô Fernando

o júri

presidente

Prof. Doutora Maria João Lopes Antunes
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Presidente).

Prof. Doutor Frutuoso Gomes Mendes da Silva
Professor Auxiliar da Universidade da Beira Interior (vogal)

Prof. Doutora Ana Isabel Furtado Franco de Albuquerque Veloso
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (vogal).

agradecimentos

O maior agradecimento é dirigido aos meus pais e ao José Carlos que ao longo do meu crescimento me apoiaram incondicionalmente.

À professora Ana Veloso não só pela orientação e revisão decorrentes de toda a investigação, mas principalmente pela confiança, disponibilidade e apoio.

Ao professor Rui Costa pela co-orientação, disponibilidade e entrega ao projeto.

À Liliana Costa cuja entrega, dedicação e resultado do seu trabalho é motivo de inspiração.

Aos investigadores do Digimedia pela partilha das suas experiências.

Um agradecimento especial ao Silvino Almeida e ao João Moura pelas boas dicas e amizade.

palavras-chave

Jogos Digitais, Acidente Vascular Cerebral, Reabilitação, Interação humano-computador, *Game Design*

resumo

O Acidente Vascular Cerebral (AVC), devido a um crescente aumento na sua incidência constitui um tema cujo interesse tem preocupado profissionais de saúde, governos e sociedade civil, justificado pelo estilo de vida pouco saudável e pelo envelhecimento crescente da população.

Os pacientes vítimas de AVC apresentam deficiências motoras que se definem por hemiparesia. Esta patologia define-se pela diminuição da força no lado oposto ao hemisfério cerebral lesado pela hemorragia consequente do AVC, resultando em quadros clínicos de espasticidade. Os músculos espásticos são resistentes à extensão e tendem à contração, resultando em distúrbios motores graves que comprometem a capacidade do indivíduo na execução de tarefas básicas da vida diária. Para devolver a mobilidade a estes pacientes é aconselhado pelos *stakeholders* de saúde o tratamento com fisioterapia, mas as sessões de fisioterapia podem revelar-se insuficientes para um tratamento efetivo. Para incentivar o paciente a superar as suas dificuldades estes profissionais recomendam uma série de tarefas domésticas repetitivas que exijam o movimento do membro superior afetado, tais como, empilhar itens ou simular a limpeza de superfícies, tarefas que se revelam pouco motivadoras e monótonas.

Os jogos digitais, pelo potencial de estimulação físico e cognitivo, podem revelar-se uma solução para motivar a recuperação de doentes. Em alternativa às tarefas domésticas pouco estimulantes, no presente projeto propõe-se um jogo digital de interação gestual.

O objetivo é estender a fisioterapia para o ambiente doméstico, de forma a que, o jogador vítima de AVC possa praticar movimentos fundamentais para uma recuperação de uma forma lúdica e motivadora.

keywords

Game Design, stroke, rehab, Human-Computer Interaction

abstract

Over the past years, health professionals, governments and civil society have shown an increased interest in stroke. Indeed, this interest may be due to the increase in its incidence, unhealthy lifestyles and the aging of the population. The stroke victims are patients, who have physical disabilities defined as hemiparesis. This condition consists in a reduced strength of the members situated in the opposite side relative to the injured hemisphere, as a consequence of the hemorrhaging stroke, resulting in clinical manifestations of spasticity. Spastic muscles are resistant to the extension of the arm and they tend to shrink. This may lead to severe motor disorders that affect the individual's ability to perform daily-living tasks.

Although these patients are advised by health stakeholders to do physical therapy with the purpose of giving back the mobility of its members, the therapy sessions may be insufficient for an effective treatment.

Furthermore, these professionals also recommend a series of repetitive tasks that require the use of the affected upper limb, such as stacking items or simulating surface cleaning. However, these tasks may not be sufficiently motivating, being monotonous activities.

A digital game, due to its potential of stimulating physical and cognitive activities, can be a solution to motivate the recovery of patients. Instead of performing domestic tasks, this project proposes a digital game with a gestural interaction.

The goal of this research is to extend this motor therapy to the domestic environment, once it enables the user to practice the affected limb by using fundamental movements through a video game.

Índice

Introdução	1
Problemática	2
Pergunta de investigação	3
Objetivos	4
Metodologia	5
Modelo de análise	7
Motivações	8
Estrutura da dissertação	9
1. AVC e Reabilitação	11
1.1. Definição de AVC	12
1.2. Incidência e Prevalência	12
1.3. Público alvo	12
1.4. Reabilitação e fisioterapia	14
1.5. Avaliação de funcionalidade	16
2. Aspetos gerais do Envelhecimento	19
2.1. Teorias sobre a perspetiva do Envelhecimento	20
2.2. Aspetos demográficos	21
2.3. Aspetos cognitivos	21
2.4. Aspetos físicos: visão audição e movimento	22
2.4.1. Visão	22
2.4.2. Audição:	24
2.4.3. Movimento	25
3. Mediação Tecnológica	27
3.1. Design de interação	28
3.2. Memória	30
3.3. Interfaces vestíveis	32
3.4. Interfaces gestuais	33
3.5. Feedback	35
3.6. Design da Experiência	36
4. Jogos Digitais	39
4.1. Definição de jogo	40
4.2. Gamification	42
4.3. Género e taxonomia de jogos digitais	42
4.4. Jogos para a reabilitação	43
Comentários finais do enquadramento teórico	48
5. Investigação Empírica	53
5.1. Metodologia	54
5.2. Conceptualização do jogo	54
5.2.1. Design de níveis	55
5.2.2. Narrativa	56
5.2.3. Navegação	63
5.2.4 Gestos interativos	65
5.2.5. Feedback	69
5.3. Desenvolvimento do Protótipo digital	70
5.3.1. Implementação do sistema de jogo	70
5.3.2. Controlador do jogo	74
5.3.3 Ferramentas de desenvolvimento	76
5.4. Análise do protótipo do jogo digital	76
5.5. Caracterização da amostra de avaliação do protótipo	77
5.6. Instrumentos de recolha de dados	78
5.6.1. Guião de entrevistas exploratórias	78

5.6.2. Grelha de observação das sessões de fisioterapia	80
5.6.3. Guião de avaliação da <i>demo</i> implementada.....	80
6. Apresentação, análise e discussão de resultados	85
6.1. Investigação preliminar	86
6.2. Design e desenvolvimento do artefacto	86
6.3. Avaliação Empírica	87
6.4. Documentação análise e reflexão.....	93
Conclusões.....	95
Comentários finais	96
Problemas técnicos	98
Limitações do estudo	99
Perspetivas de trabalho futuro	99
Referências	101
Apêndices.....	109

Índice de figuras

Figura 1 – Gráfico representativo da Incidência do AVC em Portugal, mulheres e homens, por 100 000 pessoas (Janeiro 1993- Junho 2004)	13
Figura 2 – Gráfico representativo da Prevalência do AVC em Portugal, mulheres e homens, por 100 000 pessoas (Janeiro 1993- Junho 2004)	13
Figura 3 – Gráfico das Projeções de casos de AVC em homens e mulheres na UE e países da EFTA (European Free Trade Association), homens e mulheres combinados (Truelsen et al., 2005).....	14
Figura 4 – Interações entre as consequências da doença e fatores contextuais (Bickenbach, 2012, p.5).....	14
Figura 5 – Gráfico da evolução da proporção da população jovem e sénior no total da população, em percentagem (Instituto Nacional de Estatística, 2014).....	21
Figura 6 – Esquema do olho humano	22
Figura 7 – Exemplo das dificuldades de visão presentes em alguns doentes vítimas de AVC.....	23
Figura 8 – Esquema da Cóclea, as áreas a cinzento representam áreas danificadas	24
Figura 9 – Esquema da memória humana, baseado em Was & Woltz, 2013.....	30
Figura 10 – Esquema explicativo da <i>Cognitive Theory of Multimedia Learning</i> (Mayer & Moreno, 2003, p.44).....	31
Figura 11 – Sistema <i>SWORD HEALTH</i> (SWORD HEALTH, 2016).	32
Figura 12 – Esquema explicativo dos componentes básicos de um sistema de interação gestual (Saffer, 2008, p. 13).	33
Figura 13 – Comando da consola Wii.	34
Figura 14 – Sistema <i>Leap motion</i> , interface gestual capaz de captar movimentos dos dedos das mãos.....	34
Figura 15 – Sensor <i>Kinect</i> - tecnologia capaz de detetar o movimento de todo o corpo do utilizador.....	34
Figura 16 – Objetivos da Usabilidade ao centro e objetivos da Experiência de uso no círculo exterior (Rogers et al., 2015, p.19).....	37
Figura 17 – Flow: a experiência ótima, balanço entre habilidade e dificuldade (Csikszentmihalyi, 2008 p.74).....	38
Figura 18 – Ambiente do jogo <i>Recovery Rapids</i>	45
Figura 19 – Sistema do jogo <i>Rehabilitation Gaming System</i>	45
Figura 20 – Ambiente dos jogos implementados para o leap motion	46
Figura 21 – Ambientes dos jogos <i>Shelf Stack</i> , e <i>Brick'a'Break</i>	47

Figura 22 – Conceptualização dos níveis do jogo.....	55
Figura 23 – Esquema explicativo da mapa de navegação do jogo.....	63
Figura 24 – Iconografia	64
Figura 25 – Botões do jogo	64
Figura 26 – Logo do <i>Physio fun game</i>	65
Figura 27 – Nível 1: rotação interna e externa	66
Figura 28 – Nível 2: flexão do cotovelo	66
Figura 29 – Nível 3: Flexão do cotovelo com rotação externa do ombro	67
Figura 30 – Nível 4: Flexão do cotovelo com supinação do antebraço.....	67
Figura 31 – Nível 5: flexão do ombro	68
Figura 32 – Nível 6: flexão e abdução do ombro, com extensão do cotovelo.....	68
Figura 33 – Página de abertura do jogo	70
Figura 34 – Menu principal do protótipo	71
Figura 35 – Menu principal, comportamento do botão <i>Jogar</i> ao clicar	71
Figura 36 – Menu jogar, com o primeiro nível desbloqueado	72
Figura 37 – Ambiente de jogo <i>O homem pássaro</i> , com instruções iniciais para as ações que devem ser executadas.....	72
Figura 38 – Feedback do final do nível resultando numa derrota	73
Figura 39 – Feedback do final do nível resultando em vitória	73
Figura 40 – Concetualização do modelo de interação	74
Figura 41 – Primeiro protótipo da pulseira que controla o jogo.....	75
Figura 42 – Arquitetura da pulseira, controlador do sistema de jogo	75
Figura 43 – Lista de movimentos a incluir no jogo concetualizado	87
Figura 44 – Gráfico do resumo das respostas às questões ao grupo de questões B e C.91	

Índice de tabelas

Tabela 1 – Modelo de análise, com conceitos, dimensões e indicadores	7
Tabela 2 – Intrepretação das escalas de Bathel e MIF	17
Tabela 3 – Elementos presentes na definição de jogo digital de acordo com os autores.	41
Tabela 4 – Etapas metodológicas e objetivos da investigação.....	54
Tabela 5 – Concetualização do tema do jogo: Página de abertura do jogo.....	56
Tabela 6 - Concetualização da narrativa do nível 1: <i>O homem pássaro</i>	57
Tabela 7 – Concetualização da narrativa do nível 2: <i>A passarola</i>	58
Tabela 8 – Concetualização da narrativa do nível 3: <i>O balão</i>	59
Tabela 9 – Concetualização da narrativa do nível 4: <i>Preparar!</i>	60
Tabela 10 – Concetualização da narrativa do nível 5: <i>12 segundos</i>	61
Tabela 11 – Concetualização da narrativa do nível 6: <i>12 segundos</i>	62
Tabela 12 – Análise do jogo tendo em conta o modelo de avaliação dos jogos digitais terapêuticos (Mader et al., 2012).....	77
Tabela 13 – Resultados das entrevistas exploratórias com guião semiestruturado:	79
Tabela 14 – Questões de enquadramento:.....	82
Tabela 15 – Questões pós-teste relacionadas com a usabilidade do sistema:	83
Tabela 16 – Questões pós-teste relacionadas com a pertinência do sistema:	83
Tabela 17 – Questões Pós teste relacionadas com a apreciação do sistema testado	84
Tabela 18 – Respostas às questões de enquadramento:.....	88
Tabela 19 – Resumo das respostas obtidas nas questões <i>Usabilidade do sistema</i> :	89
Tabela 20 – Respostas às questões correspondentes ao tema pertinência do sistema: .	90

Tabela 21 – Respostas às questões de resposta aberta correspondentes à apreciação do sistema.....	92
Tabela 22 – Perspetivas de trabalho futuro:	99

Lista de acrónimos

AVC- Acidente vascular cerebral

UE – União Europeia

OMS – Organização Mundial de saúde

CI – Constraint Induced movement therapy

PNF – Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva

DGE – Direção Mundial de Saúde

MIF – Escala de medida de Independência Funcional

CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde

EFTA – European Free Trade Association

ICF – International Classification Function

NUI – Natural User Interface

GUI – Gestural User Interface

3D – Três dimensões

RPG – Role-playing Games

AR – Realidade Aumentada

CRCRP – Centro de medicina de reabilitação da região centro – Rovisco Pais

NPC – Non Player Character

Introdução

Os constrangimentos físicos e psicológicos de um doente vítima de um Acidente Vascular Cerebral (AVC) são inúmeros, e o tratamento fisioterapêutico em contexto hospitalar pode não se revelar suficiente para uma recuperação efetiva. O presente documento pretende descrever o plano de investigação de um estudo de cariz exploratório que propõe uma solução de apoio à recuperação do membro superior de doentes vítimas de AVC em contexto doméstico.

Problemática

Com particular ênfase nas sociedades ocidentais, o interesse sobre o Acidente Vascular Cerebral (AVC) é um tópico atual que tem preocupado diversos *stakeholders* da sociedade, como profissionais de saúde, investigadores, governos e provedores de cuidados de saúde.

A incidência do AVC varia entre os diferentes países europeus, estimando-se entre 100 a 200 novos casos por cada 100.000 habitantes a cada ano, implicando uma enorme sobrecarga económica (Truelsen, Ekman, & Boysen, 2005). A preocupação por esta enfermidade justifica-se uma vez que o AVC constitui atualmente um dos problemas de saúde mais comuns e uma das principais causas de morbilidade e mortalidade a nível global (Truelsen et al., 2005), ocorrendo predominantemente em indivíduos considerados pré-seniores e seniores (WHO, 2011), com idade superior a 55 anos (Epstein, Mason, & Manca, 2008).

A recuperação de vítimas de AVC é feita recorrendo a auxílio médico especializado. Com o objetivo de uma recuperação efetiva da mobilidade, os doentes são encaminhados para apoio fisioterapêutico, isto é, para sessões de fisioterapia (Veerbeek et al., 2014). No entanto, estas sessões nem sempre se revelam suficientes para uma completa recuperação. Dados demonstram que para uma recuperação eficiente, seria aconselhado cerca de 3000 a 4000 repetições de movimentos por sessão, no entanto a média atingida é cerca de 32 (Kleim, Barbay, & Nudo, 1998).

Para superar esta lacuna, médicos e fisioterapeutas recomendam atividades em contexto doméstico para que o doente execute gestos com os membros afetados, praticando o máximo possível a coordenação motora (Kleim, Barbay, & Nudo, 1998; Yong Joo et al., 2010). As atividades recomendadas, que geralmente envolvem atividades domésticas, nem sempre se revelam motivadoras. Este facto, aliado à frustração causada pela falta de mobilidade e quadros depressivos, faz com que o doente não movimente os membros afetados pelo AVC, comprometendo a sua autonomia e pondo em causa a hipótese de recuperação (Hackett, Anderson, & House, 2005; Pomeroy et al., 2011).

Pergunta de investigação

Tendo como ponto de partida a problemática desta investigação, foi delineada a seguinte questão de investigação, avaliada tendo em conta aspetos como a qualidade de clareza, exequibilidade e pertinência (Quivy & Campenhoudt, 1992)

Que características deve ter um jogo digital de apoio fisioterapêutico para a reabilitação do membro superior em doentes vítimas de um Acidente Vascular Cerebral?

Para além desta questão principal, o estudo proposto procura responder às seguintes subquestões:

Quais os movimentos fisioterapêuticos adequados a incluir num jogo digital para recuperação do membro superior?

Qual a fase do tratamento indicada para prescrever o jogo?

Este estudo procura responder às questões acima expostas recorrendo a um levantamento do estado da arte e a entrevistas exploratórias com investigadores e fisioterapeutas, com o intuito de ultrapassar interpretações pré-concebidas, nos diferentes domínios que contemplam esta investigação. Em termos empíricos, o principal instrumento de avaliação é um protótipo funcional a testar junto de utilizadores.

Objetivos

De forma a que a investigação seja estruturada com coerência e com o intuito de responder às perguntas de investigação enunciadas anteriormente, foram estabelecidos objetivos a serem cumpridos durante o processo. Estes objetivos tiveram em conta metas realistas, condicionadas pelas limitações temporais que envolvem um projeto de mestrado, assim como entraves de ordem logística.

Considerou-se os seguintes seis objetivos para orientar a investigação:

1. **Analisar o estado da arte** e efetuar um levantamento dos movimentos gestuais utilizados nas sessões de fisioterapia adequados à reabilitação dos doentes vítimas de AVC;
2. **Levantamento de componentes técnicas e tecnológicas** indicadas para implementar digitalmente os respetivos movimentos;
3. **Concetualização de um jogo digital**, tendo em conta o estado da arte e as conclusões tiradas na análise das componentes técnicas e tecnológicas;
4. **Prototipagem** de uma demo correspondente a uma parte do jogo concetualizado;
5. **Avaliação do protótipo** recorrendo a uma amostra de conveniência composta por fisioterapeutas e investigadores em fisioterapia;
6. **Listagem de recomendações** para o desenvolvimento de jogos digitais cuja finalidade seja a recuperação de doentes vítimas de AVC.

O jogo digital é concetualizado na sua íntegra, no entanto apenas será prototipado, sob a forma de uma demo funcional, um dos níveis concetualizados, devendo-se este facto aos já referidos constrangimentos temporais. Espera-se assim comprovar a viabilidade tecnológica do conceito proposto.

A conceptualização do jogo inclui a biblioteca gráfica, nomeadamente, a interface gráfica, o design de níveis e o design de interação, bem como a adaptação dos movimentos fisioterapêuticos à narrativa do jogo.

Com o objetivo de avaliar a demo implementada e perceber eventuais problemas, esta será sujeita a testes de usabilidade realizados com fisioterapeutas e investigadores em fisioterapia.

Sucintamente, o objetivo geral desta investigação passa por conceber e implementar um protótipo funcional de um nível de um jogo digital de apoio fisioterapêutico para a recuperação do membro superior afetado em doentes com AVC.

Para executar os objetivos acima descritos a investigação será dividida nas seguintes fases metodológicas, a serem identificadas e descritas com mais detalhe no capítulo metodológico do presente documento.

Metodologia

A metodologia adotada seguirá o método Investigação de Desenvolvimento, também designada por *Design e Investigação de Desenvolvimento* (Van den Akker, 1999). Esta abordagem é direcionada para o processo de criação e avaliação de artefactos com o propósito de resolver problemas.

Apesar de ser uma Metodologia originalmente direcionada para a educação e processos educacionais, esta metodologia encaixa-se no âmbito deste projeto de investigação uma vez que o protótipo proposto terá algumas características de *Instructional design*, na medida em que o seu âmbito é reensinar movimentos a cidadãos que perderam a habilidade de executar gestos com um dos membros superiores. Desta perspetiva, o protótipo pode ser visto como um ambiente de aprendizagem.

A utilização desta metodologia justifica-se porque suporta o desenvolvimento de produtos tecnológicos sob a forma de protótipos, providenciando evidências empíricas para a sua eficácia e direções metodológicas para o design e avaliação de produtos (Van den Akker, 1999).

A metodologia usada neste estudo, de acordo com Van den Akker (1999) pode ser dividida nas seguintes cinco fases:

1. Investigação preliminar

Na primeira fase é realizada uma análise documental de modo definir o problema da investigação. A investigação preliminar inclui os seguintes objetivos:

- Levantamento e análise das características dos cidadãos vítimas de AVC;
- Pesquisa de dados estatísticos sobre a incidência e prevalência da patologia em Portugal enquadrado com dados Europeus;
- Análise do estado da arte em jogos digitais para o AVC;
- Levantamento dos gestos usados na fisioterapia em contexto hospitalar.
- Levantamento dos requisitos técnicos e tecnológicos adequados à mediação fisioterapêutica na interação humano computador.

2. Design e desenvolvimento do artefacto

Como objetivo principal tem-se a concetualização de um jogo digital, de apoio fisioterapêutico, com o intuito de ajudar o paciente vítima de AVC na reabilitação do membro superior afetado, em ambiente doméstico, aplicando os conhecimentos adquiridos na fase metodológica procedente (*Investigação preliminar*).

Para validar tecnologicamente o conceito do jogo concetualizado prevê-se a implementação sob a forma de uma *demo* funcional de um dos níveis do jogo conceptualizado.

3. Avaliação Empírica

Devido às dificuldades temporais, logísticas e financeiras associadas à recolha de uma amostra representativa da população vítima de AVC em Portugal, recorre-se a uma amostra de conveniência composta por oito fisioterapeutas e investigadores em fisioterapia, de modo a validar a interação proposta. A avaliação é realizada recorrendo à observação direta em ambiente controlado utilizando o método *Think-Aloud* juntamente com a aplicação de dois questionários. Um questionário pré-teste, para obter uma descrição do profissional e um pós-teste de validação de dados observados aquando do teste do protótipo.

Para testar o conceito do protótipo, avaliou-se como métricas os seguintes indicadores:

- Pertinência do artefacto tendo em conta o contexto dos doentes vítimas de AVC;
- Pertinência do artefacto tendo em conta o contexto do apoio fisioterapêutico disponibilizado atualmente em Portugal;
- Utilidade do artefacto para doentes vítimas de AVC;
- Potencialidades terapêuticas do artefacto;

4. Documentação, análise e reflexão

Depois de ser feita uma reflexão acerca do processo de investigação que inclui todas etapas descritas nos pontos anteriores do presente, segue-se a divulgação dos resultados obtidos e das conclusões tiradas na investigação levada a cabo e descrita no presente documento. A divulgação será feita recorrendo a publicação de artigos e à escrita de uma dissertação que explicará todo o processo de investigação.

Modelo de análise

Com o objetivo de traduzir a presente investigação numa linguagem que permita o trabalho sistemático e tendo em conta a pergunta de investigação:

Que características deve ter um jogo digital de apoio fisioterapêutico para a reabilitação do membro superior em doentes vítimas um Acidente Vascular Cerebral?

Foi elaborado um modelo de análise que contempla os conceitos operatórios, as suas dimensões e os respetivos indicadores da presente investigação.

Os conceitos expostos, de carácter sistemático, foram construídos de uma forma dedutiva articulando-se com os paradigmas expostos no enquadramento teórico (Quivy & Campenhoudt, 1992), explorados nos primeiros quatro capítulos do presente documento.

Tabela 1 – Modelo de análise, com conceitos, dimensões e indicadores

Conceitos	Dimensões	Indicadores
Acidente Vascular Cerebral	Membro superior	Hemiparesia Hemiplegia
	Fisioterapia	Motricidade fina Diagonais funcionais
Pacientes	Física	Saúde Mobilidade Ambiente físico
	Psicológica	Apoio Social Relações pessoais
	Cognitiva	Estado mental Memória
Jogo digital	Género/ taxonomia	<i>Exergaming</i> Casual <i>Role Playing</i>
	Game design	Interação Regras Objetivos Desafios Gamificação Motivação Imersão
	Experiência	Satisfação <i>Flow</i> Aprendizagem
	Design de interação	Usabilidade Modelo Mental Feedback Interfaces gestuais

Os resultados esperados são diversos e vários níveis:

- Listagem dos movimentos fisioterapêuticos adequados à recuperação do membro superior de doentes vítimas de AVC adequados à interação humano-computador;
- Concetualização da biblioteca gráfica: interface gráfica, o design de níveis e o design de interação;
- Protótipo funcional baseado nos gestos adequados à recuperação.

Motivações

Os Direitos Humanos e as liberdades fundamentais permitem-nos desenvolver e utilizar plenamente as nossas qualidades humanas, a inteligência, os talentos e a consciência, de forma a satisfazer não só as necessidades individuais, como também ajudar o próximo a ultrapassar as dificuldades e limitações. Torna-se assim viável a procura por parte da Humanidade de uma vida na qual a dignidade e os valor inerentes a qualquer ser humano mereçam respeito e proteção e dando significado à palavra cooperação.

Todos os seres humanos têm direito à proteção da saúde, ao dever de a defender e promover (ONU, 1948). No contexto Português, o direito à saúde é realizado através do Serviço Nacional de Saúde universal e geral que deve ter em conta as condições económicas e sociais dos cidadãos sendo tendencialmente gratuito. Idealmente deve ser motivado pela criação de condições económicas, sociais, culturais e ambientais que garantam a proteção da velhice, a melhoria sistemática das condições de vida, bem como a promoção da cultura física, desportiva, escolar e popular e ainda pelo desenvolvimento da educação sanitária do povo e de práticas de vida saudável.

A superação de uma limitação física e ou cognitiva constitui uma enorme batalha que inúmeros seres humanos se deparam diariamente, sendo que o processo de recuperação não deveria ser encarado como um fardo, a ludicidade e as atividades recreativas apresentam-se como um meio de distração. Os artefactos tecnológicos pelas suas potencialidades interativas, atualmente, apresentam-se não só como um médium potenciador de ludicidade mas também são capazes de promover a cultura física e cognitiva melhorando condições de saúde promovendo consequentemente o bem-estar, oferecendo ao ser humano uma oportunidade real e motivadora de superação de limitações.

Estrutura da dissertação

O presente documento está dividido em seis capítulos ladeado por uma introdução e uma conclusão. A primeira parte, de carácter introdutório, que a presente secção encerra, apresenta os principais dados que motivam esta investigação. Sendo contextualizada a problemática, a pergunta de investigação a ser respondida no processo de investigação, os objetivos, a metodologia adotada para cumprir os objetivos propostos, o modelo de análise, onde são contextualizados os conceitos operatórios que fundamentam a investigação empírica, e por fim as motivações da autora.

Os capítulos 1 a 4, correspondem ao enquadramento teórico, onde são contextualizados os conceitos operatórios da investigação. No capítulo 1 define-se o AVC, enquadrando a realidade da patologia e dados estatísticos de prevalência e incidência da patologia em Portugal, contextualizando com o panorama Europeu.

No segundo capítulo é contextualizado os aspetos gerais do envelhecimento, definindo a palavra envelhecimento, caracterizando os aspetos físicos, cognitivos e motores do público alvo do estudo. O terceiro capítulo é dedicado à mediação tecnológica enquadrando os paradigmas da comunicação mediada por computador. O quarto capítulo diz respeito aos jogos digitais, onde é abordada a definição de jogo, e as suas características tendo em conta a investigação.

No fim dos quatro primeiros capítulos, é feita uma reflexão dos dados recolhidos, sendo apresentado comentários finais que pretendem justificar e validar os conceitos patentes na investigação, bem como concluir e sistematizar as práticas a ter em conta na investigação empírica, processo descrito no capítulo 5.

O quinto capítulo apresenta a investigação empírica, onde é descrito o trabalho prático realizado, e justificado, esclarecendo os instrumentos de recolha de dados usados no decorrer da investigação.

No capítulo seis são apresentados os resultados obtidos durante o processo de investigação, clarificando as aprendizagens obtidas em cada etapa metodológica.

Por fim o documento encerra com o capítulo das conclusões que onde são enquadrados os resultados da investigação assim como limitações do estudo, e as perspetivas de trabalho futuro.

Este documento está escrito de acordo o novo acordo ortográfico da Língua Portuguesa, recorrendo ao estilo de citação APA (*American Psychological Association*), 6ª edição.

1. AVC e Reabilitação

O AVC, na sociedade atual, representa um dos problemas de saúde mais comuns, sendo a principal causa de morbilidade na União Europeia (UE), traduzindo-se na doença que mais consome cuidados de saúde no seu tratamento (Brainin, Bornstein, Boysen, & Demarin, 2000). Com envelhecimento crescente da população as projeções indicam que a incidência¹ e a prevalência² desta patologia venha a aumentar (Truelsen et al., 2005).

Sendo imperativo definir e classificar a patologia, enquadrando as suas consequências, a primeira parte do presente capítulo, seção 1.1, define o AVC esclarecendo as suas diferentes categorias, em seguida; na seção 1.2 é apresentada a realidade Portuguesa. Na seção 1.3 justifica-se o público alvo deste estudo tendo em conta os índices de incidência e prevalência da patologia por faixa etária em Portugal. Na seção 1.4 são expostas as técnicas de reabilitação usadas por profissionais de saúde em contexto hospitalar para devolver o movimento aos doentes vítimas de AVC. Por último na seção 1.5. é explicado como é avaliada a funcionalidade dos doentes vítimas de AVC, isto é, como é que são categorizadas, as diferentes consequências que o AVC traz para um ser humano.

¹ Incidência: Número de casos novos numa determinada população durante um determinado espaço de tempo.

² Prevalência: Número total de casos existentes numa determinada população durante um determinado espaço de tempo.

1.1. Definição de AVC

O AVC é uma interrupção sanguínea na irrigação do cérebro devido a um bloqueio causado por um coágulo ou rompimento de um vaso sanguíneo. Estas anomalias provocam o corte de oxigénio e nutrientes causando danos no tecido cerebral. A obstrução ou a hemorragia de uma artéria, quando envolve o hemisfério cerebral ou tronco cerebral, resulta num défice neurológico súbito e específico de acordo com as regiões do cérebro afetadas, o que significa que em cada vítima esta doença tem resultados clínicos diferentes (Klijn & Hankey, 2003).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define o AVC como o desenvolvimento rápido de sinais clínicos de distúrbios específicos ,ou globais, da função cerebral, com sintomas que perduram por um período superior a 24 horas ou levam à morte, sem outra causa aparente que a de origem vascular (Aho et al., 1980).

Um AVC pode ser classificado em duas categorias: **isquémico** e **hemorrágico**:

O AVC **isquémico**, que representa cerca de 87% da incidência dos episódios de AVC's em todo o mundo (Klijn & Hankey, 2003), caracteriza-se pelo bloqueio parcial ou total de um vaso sanguíneo. O AVC **hemorrágico** ocorre quando o vaso sanguíneo se rompe, causando uma hemorragia (Sacco et al., 2013).

Ambas as categorias implicam uma série constrangimentos e anomalias, as deficiências motoras caracterizam-se hemiplegia (paralisia completa), ou pela diminuição da força, hemiparesia, no lado oposto ao hemisfério cerebral lesado (Ward et al., 2006).

1.2. Incidência e Prevalência

Na Europa o AVC representa a maior causa de mortalidade e morbilidade em indivíduos do sexo masculino e feminino (Truelsen et al., 2005), representando um enorme problema de saúde pública, originando despesas elevadas no contexto económico (Epstein et al., 2008). Relativamente ao índice de prevalência, Portugal é o país com a terceira maior taxa de ocorrências em indivíduos do sexo masculino e é a quarta taxa no que se refere a indivíduos do sexo feminino (Truelsen et al., 2005).

1.3. Público alvo

As taxas de prevalência e incidência do AVC aumenta exponencialmente com o aumento da idade (Truelsen et al., 2005). A definição do público alvo justifica-se tendo em conta as taxas de prevalência e incidência do AVC que em Portugal que como as Figuras 1, 2 e 3 indicam, os índices de incidência e a prevalência aumentam de uma forma significativa a partir dos cinquenta e cinco anos, ou seja em indivíduos designados pré-seniores (55-64) e seniores (65-85+), (WHO, 2011), público caracterizado no 2 do presente documento.

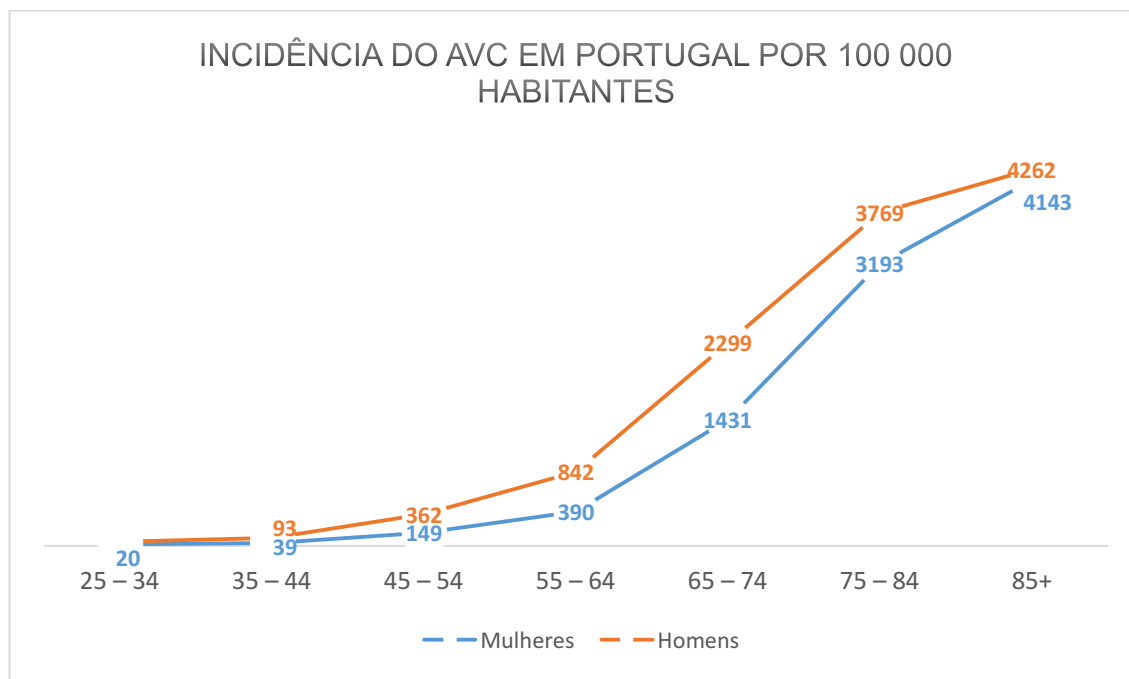


Figura 1 – Gráfico representativo da Incidência do AVC em Portugal, mulheres e homens, por 100 000 pessoas (Janeiro 1993- Junho 2004)

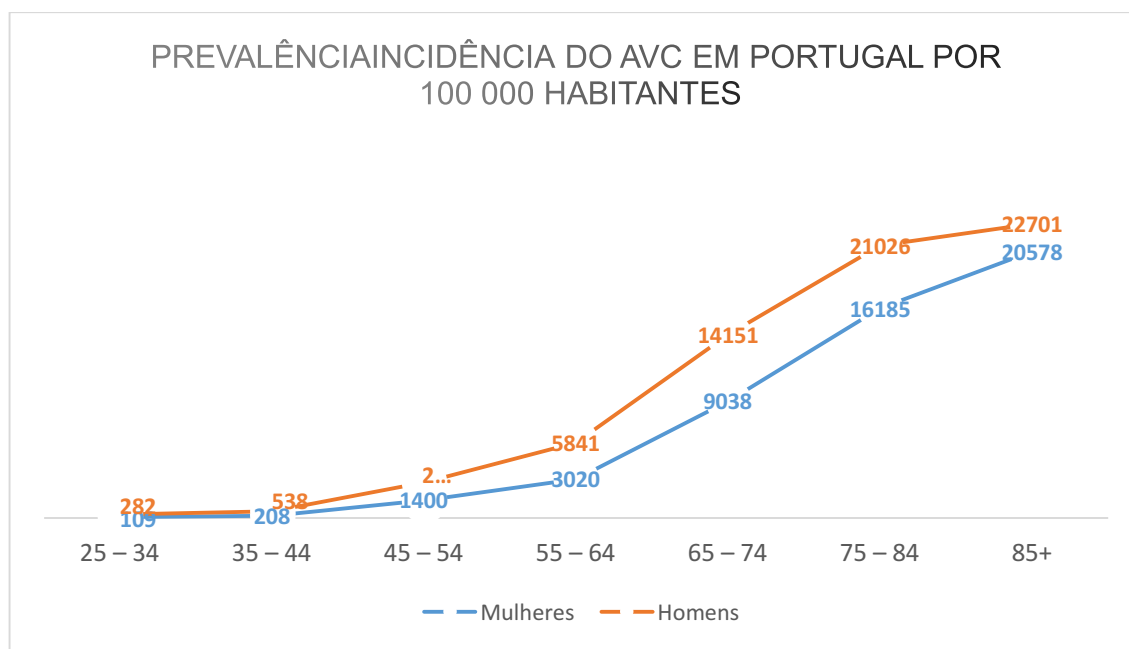


Figura 2 – Gráfico representativo da Prevalência do AVC em Portugal, mulheres e homens, por 100 000 pessoas (Janeiro 1993- Junho 2004)

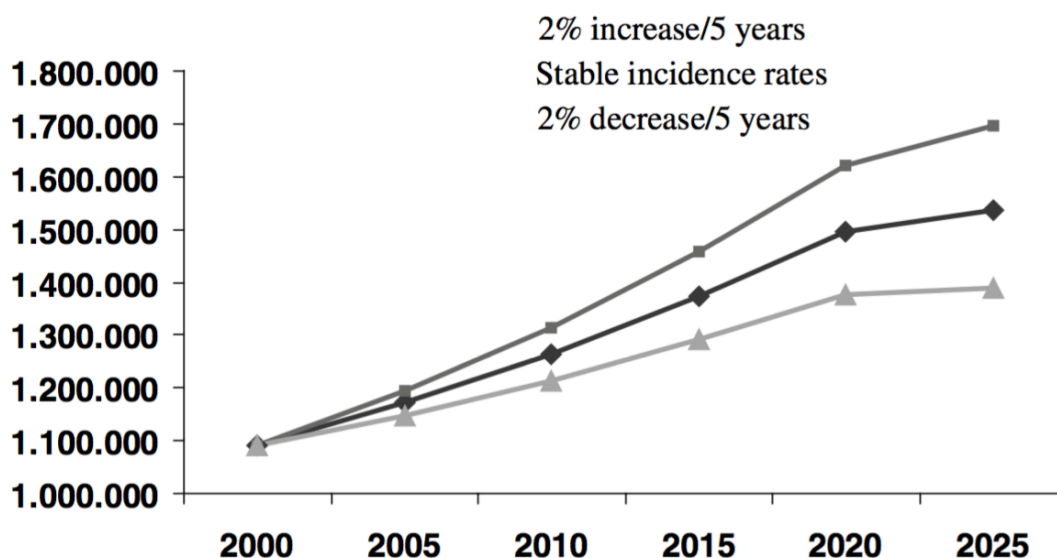


Figura 3 – Gráfico das Projeções de casos de AVC em homens e mulheres na UE e países da EFTA (European Free Trade Association), homens e mulheres combinados (Truelsen et al., 2005)

1.4. Reabilitação e fisioterapia

Um paciente vítima de AVC depara-se com uma série de limitações e constrangimentos, que afetam o sistema corporal físico, fisiológico e psicológico, problemas que afetam a estrutura corporal nas suas dimensões anatómicas, (Figura 4). Obstáculos profundos que condicionam a execução de tarefas tanto em contexto individual como em contexto social, afetando atividades diárias e de participação social, contribuindo para o isolamento do indivíduo (Bickenbach, 2012).

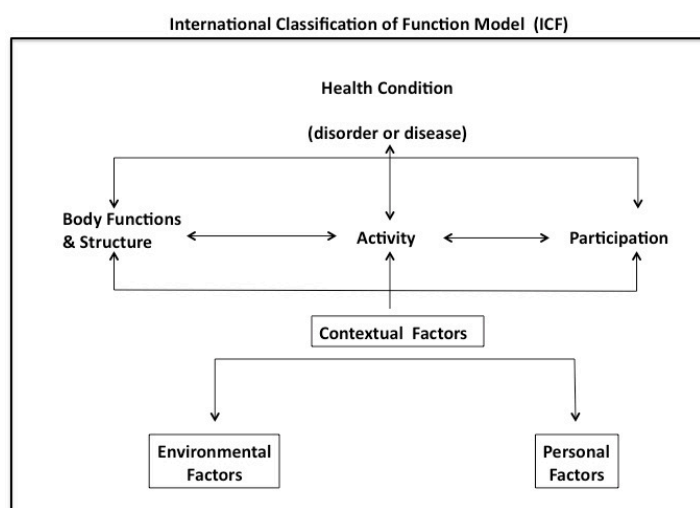


Figura 4 – Interações entre as consequências da doença e fatores contextuais (Bickenbach, 2012, p.5)

Um paciente vítima de AVC, com hemiplegia ou hemiparesia numa primeira fase tenta sem sucesso usar os membros da parte afetada, mas falha nas primeiras tentativas. Esta limitação desencoraja e desmotiva o paciente, o que faz que este recorra depois apenas à parte não afetada para realizar as suas tarefas, o que se torna um impedimento e retarda a sua recuperação (Aström, 1996; Hackett, Anderson, & House, 2005).

As repetições de movimentos, levadas a cabo pelos membros com dificuldades motoras, estimulam as áreas cerebrais não afetadas pela hemorragia. Estas áreas não afetadas, ao serem corretamente estimuladas podem assumir as funções das áreas lesadas, de forma a compensar o dano (Cramer, 2011). A repetição de movimentos ativa a plasticidade neural.

A plasticidade neural é a capacidade do cérebro desenvolver novas conexões sinápticas entre os neurónios a partir da experiência e do comportamento do indivíduo. Ou seja, é a capacidade do sistema nervoso responder a estimulações intrínsecas ou extrínsecas, cuja atividade compensa possíveis danos nas células nervosas. No caso de existir uma área anormal no cérebro as áreas saudáveis adaptam-se de forma a compensar o dano (Pomeroy et al., 2011).

Os procedimentos fisioterapêuticos pelas suas características cinesioterapeúticas apresentam-se como uma solução de tratamento para os doentes vítimas de AVC, e em contexto terapêutico hospitalar, ainda que não exista um standard (Pomeroy et al., 2011), os profissionais de saúde adotam as seguintes formas de reabilitação:

Constraint Induced Movement Therapy (CI), esta terapia, especialmente direcionada para o membro superior, força o uso do membro afetado restringindo o uso do lado não afetado, durante as sessões de fisioterapia em contexto hospitalar e nas atividades diárias. A CI obriga a uma grande quantidade de exercícios diários, em que a complexidade dos exercícios deve ser modelada consoante as características do doente, sendo que a dificuldade dos exercícios deve ser gradualmente aumentada consoante as dificuldades do paciente (Corbetta, Sirtori, Moja, & Gatti, 2010).

Bobath é uma técnica de reabilitação neuromuscular que utiliza os reflexos e os estímulos nervosos para inibir ou provocar uma resposta motora, foca-se na facilitação do movimento, ou seja, solicita-se ajustamentos automáticos de corretores de postura, com o objetivo de produzir uma atividade através de reações automáticas em cadeia de endireitamento e equilíbrio. Sinteticamente é uma técnica de reabilitação neuromuscular que utiliza os reflexos e os estímulos sensitivos para inibir ou provocar uma resposta motora, sempre respeitando os princípios da normalização do tônus muscular (British Bobath Tutors Association, 2013).

Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) é abordagem dinâmica da avaliação e tratamento da disfunção neuro-músculo-esquelética direcionada sobretudo para o tronco, aplica princípios neurofisiológicos, sensoriais e motores. Providencia ferramentas de avaliação e tratamento que exigem uma grande capacidade técnica do fisioterapeuta (Sady, Wortman, & Blanke, 1982).

Não é possível quantificar precisamente quantos movimentos um paciente deve executar de forma a ativar a plasticidade neural, no entanto testes com roedores mostram que 3000 a 4000 repetições do mesmo movimento mostram sinais significativos de melhoria (Kleim, Barbay, & Nudo, 1998). No entanto atualmente numa sessão de fisioterapia só são conseguidas em média 32 repetições, o que se revela insuficiente (Lang et al., 2009).

1.5. Avaliação de funcionalidade

Na avaliação do estado funcional do paciente, AVC, o médico recorre a pelo menos um tipo de escalas de avaliação funcional estandardizadas. Em Portugal, segundo a Direção Geral de Saúde (DGS), utiliza-se o índice de Barthel e a escala de medida de independência funcional (MIF), (George, 2011).

O índice de Barthel foi desenvolvido para monitorizar a performance de doentes crónicos, antes e depois do tratamento fisioterapêutico. É uma escala de classificação obtida por um profissional de saúde a partir de um registo médico ou a partir da observação direta. Procura medir a independência funcional do paciente no cuidado e na mobilidade, de forma a perceber o nível de cuidados médicos necessários. O índice de Barthel consiste num formulário de 10 a 15 itens que avalia, numa escala de 0 (dependência total) a 100 (independência total), a performance das atividades de auto-cuidado, controlo de esfíncteres, mobilidade e locomoção (Costa, 2011, pp. 120-121).

A escala de medida de independência funcional (MIF), para além de avaliar a performance das atividades de auto-cuidado, avalia também a cognição social, a comunicação, a memória, interação social e a capacidade de resolução de problemas. Tal como o índice de Barthel, a MIF consiste num formulário ao ser preenchido por um profissional de saúde cuja pontuação varia de 18 (dependência total) a 126 (independência total), (Riberto, Miyazaki, Jucá, Sakamoto, & Potiguara, 2004).

Segundo a interpretação da DGS as escalas acima descritas resultam em intervalos que classificam o AVC como ligeiro, moderado e grave (George, 2011), intervalos esses discriminados na Tabela 2:

Tabela 2 – Interpretação das escalas de Bathel e MIF

	Grave	Moderado	Ligeiro
Bathel	[0 ; 55[[55 ; 90[[90 ; 100]
MIF	[18 ; 40[[40 ; 80[[80 ; 126]

A par dos índices de funcionalidade, importa descrever as funções afetadas pelo AVC. Para isso a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), uma classificação desenvolvida pela OMS, oferece um quadro abrangente e universalmente aceite para descrever as funcionalidades e incapacidades em pessoas com todos os tipos de doenças, condições físicas ou psicológicas (Bickenbach, 2012).

No sentido de entender e descrever o funcionamento e a incapacidade em pacientes com quadros de AVC foi realizado um levantamento dos *ICF (International Classification of Functioning)*, (Bickenbach, 2012) *CORE SET*. Destacam-se as seguintes que podem que podem ser afetadas na consequência de um AVC:

Funções corporais:

- b110** – Funções da consciência
- b114** – Orientação
- b117** – Funções intelectuais
- b140** – Capacidade de atenção
- b144** – Memória
- b156** – Funções percetuais
- b164** – Funções cognitivas de alto nível
- b167** – Funções da linguagem
- b172** – Capacidade de calculo
- b172** – Capacidade de cálculo
- b176** – Funções mentais na performance de movimentos complexos
- b730** – Funções da potência muscular
- b735** – Funções do tônus muscular
- b740** – Funções da resistência muscular
- b760** – Controlo de movimentos voluntários
- b180** – Consciência de si próprio e consciência do tempo
- b210** – Funções visuais
- b260** – Funções propriocetivas
- b265** – Capacidade de toque
- b310** – Funções vocais
- b730** – Funções da potência muscular§
- b770** – Coordenação motora

Atividades e Participação:

- d126** – Temperamento e personalidade
- d310** – Compreensão de mensagens faladas
- d330** – Fala
- d540** – Capacidade de se vestir sozinho
- d550** – Capacidade de comer sozinho

2. Aspectos gerais do Envelhecimento

Tendo em conta as faixas etárias de maior incidência do AVC, contextualizadas no ponto 1.2 do capítulo anterior, importa definir os aspetos ligados ao envelhecimento que ocorrem em todos os indivíduos.

Este capítulo está dividido em quatro secções e apresenta, uma contextualização dos aspetos globais ligados ao processo de envelhecimento. Na secção 2.1 são explicadas as diferentes teorias que procuram definir o processo de envelhecimento. Na secção 2.2 serão contextualizados aspetos demográficos inerentes ao envelhecimento. Na secção 2.3. os aspetos cognitivos e por último, na secção 2.4, aspetos físicos do cidadão sénior, enquadrando estas alterações fisiológicas com as consequências que a patologia em estudo, o AVC, trás para a vida de um individuo. Apresenta-se ainda algumas das técnicas de reabilitação usadas por profissionais de saúde em contexto hospitalar para devolver o movimento aos doentes vítimas de AVC, enquadrado com as dificuldades de mobilidade que ocorrem em todos os indivíduos classificados como seniores.

2.1. Teorias sobre a perspetiva do Envelhecimento

Vários termos têm surgido com o objetivo de caracterizar o fenómeno do envelhecimento, procurando descrever o que será um envelhecimento feliz para o cidadão inserido na sociedade. Existindo diferentes teorias que procuram descrever o processo de Envelhecimento:

O **envelhecimento saudável** é a ausência de doenças ou seja a capacidade de as ultrapassar, tomando opções de vida saudáveis. Ter capacidade de não comprometer aspetos como a cognição, socialização, atividade física e conquistas económicas obtidos ao longo da vida ativa (Hansen-Kyle, 2005). Apesar de incluir a noção de qualidade de vida, de acordo com Costa e Veloso (2015), esta definição necessita de revisão uma vez que o processo de envelhecimento incorpora efeitos biológicos, psicológicos e sociais.

O **envelhecimento bem-sucedido**, que sucintamente, significa aumento da esperança média de vida. A sua definição tem como objetivo uma vida independente e autónoma com uma baixa probabilidade de doenças e capacidade para estabelecer e cumprir objetivos (Schulz & Heckhausen, 1996). Embora este termo inclua satisfação e qualidade de vida, o termo sucesso está ligado à genética e a aspetos socioculturais materialistas como status e ao sentido de conquista material.

De acordo com a OMS, o conceito de envelhecimento ativo é baseado no reconhecimento dos direitos humanos e em princípios fundamentais como a igualdade, independência, dignidade, participação e auto-realização. Processo de otimização de oportunidades para a saúde, participação e segurança, no sentido de aumentar a qualidade de vida durante o envelhecimento (WHO, 2002).

De acordo com a OMS o modelo de envelhecimento ativo depende de uma série de fatores determinantes:

Determinantes económicos: rendimentos, proteção social, oportunidades de trabalho.

Serviços sociais e de saúde: prevenção de doenças, promoção de saúde e bem-estar.

Determinantes comportamentais: estilo de vida saudável, participação ativa no cuidado da saúde individual.

Determinantes pessoais: fatores biológicos, genéticos e psicológicos.

Ambiente físico: Acessibilidade a meios de transporte, habitação segura e apropriada, alimentos e água seguros e ar puro.

Determinantes sociais: apoio social, educação, alfabetização, prevenção à violência e ao abuso.

O envelhecimento ativo é uma perspetiva do curso de vida. Não se inicia num ponto específico, como a chegada aos 65, ou mais concretamente no início da reforma (que é diferente consoante o país), mas corresponde a um processo que se desenrola ao longo da vida do ser humano (WHO, 2002). A que a história pessoal de cada indivíduo constrói-se e materializa-se tendo em conta escolhas particulares, num balanço de ganhos e perdas que se equilibram de uma forma ímpar em cada ser humano.

O envelhecimento ativo é um envelhecimento feliz e satisfatório que não depende exclusivamente de fatores como a sorte ou o património genético, mas também das opções de cada indivíduo integrado na sociedade (Paúl & Ribeiro, 2011).

2.2. Aspetos demográficos

O envelhecimento demográfico da população Portuguesa é um dado conhecido que se prevê que continue e se acentue e que nas próximas décadas (Figura 5).

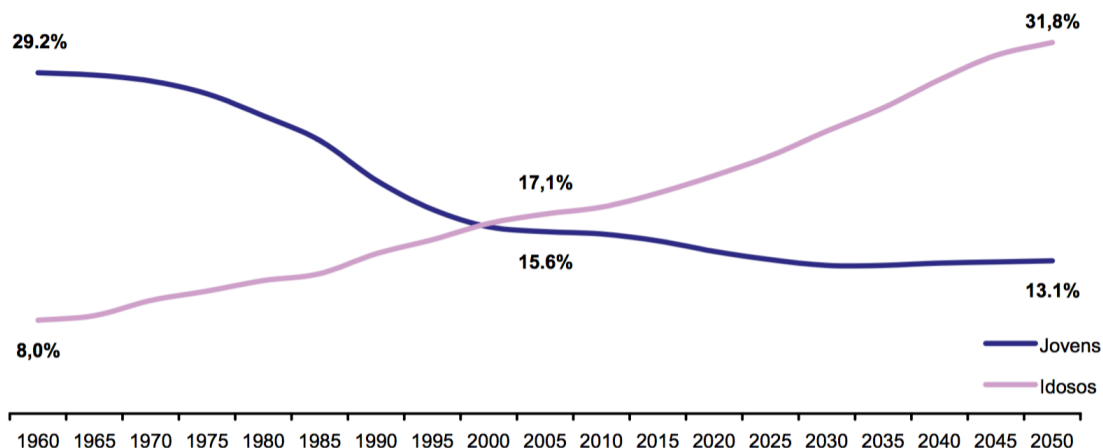


Figura 5 – Gráfico da evolução da proporção da população jovem e sénior no total da população, em percentagem (Instituto Nacional de Estatística, 2014)

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE), em Portugal, a proporção de pessoas com 65 ou mais anos duplicou nos últimos 45 anos, passando de 8% no total da população em 1960, para 17% em 2005. Para além disso, de acordo com o cenário médio das projeções demográficas mais recentes, estima-se que esta proporção volte a duplicar nos próximos 45 anos, representando, em 2050, 32% do total da população. Em paralelo, a população jovem diminui de 29% para 16% do total da população entre 1960 e 2005 e irá atingir os 13% em 2050 (Instituto Nacional de Estatística, 2014).

Prevê-se que as alterações demográficas resultem num aumento da incidência e prevalência do AVC (Brainin, Bornstein, Boysen, & Demarin, 2000; Rothwell et al., 2005).

2.3. Aspetos cognitivos

O processo de envelhecimento está associado à perda de memória, incluindo uma diminuição dos conteúdos assimilados recorrendo à memória de trabalho, fenómeno que facilmente se torna um obstáculo à motivação para aprender novos conteúdos (Zheng, Hill & Gardner, 2013). A importância de referir a memória e processos de aprendizagem justifica-se uma vez que os pacientes vítimas de AVC, são indivíduos que perderam a capacidade de executar movimentos coordenados, sendo necessário levar a cabo um processo de aprendizagem para reaprender os movimentos perdidos.

Nos indivíduos seniores o armazenamento passivo de informação e a posterior ativação do conhecimento parece relativamente intacto, no entanto, há a necessidade de remover ruído no processo de aprendizagem devido à deficiência em distinguir conteúdo relevante daquele não relevante.

Outro obstáculo no processo de transmissão de aprendizagem nos seniores é a taxa de processamento de informação que é significativamente mais lenta do que a de um jovem. Para diminuir este problema a informação deve ser apresentada em formato multimodal

(Pak & McLaughlin, 2011). As vantagens do formato multimodal são explicadas graças à existência do Sulco Temporal Superior (divisão do cérebro responsável por processar informação multimodal). Os conteúdos visual e auditivo são processados e armazenados recorrendo a canais cerebrais diferentes (relacionados com a memória de trabalho). Isto significa que o mesmo conteúdo resulta em fragmentos diferentes de informação, aumentando a taxa com que o conteúdo fica registado e a probabilidade de ser recordado.

Os seniores têm pouca tolerância à descoberta, devendo-se fornecer conteúdo o mais direto possível (Pak & McLaughlin, 2011).

2.4. Aspectos físicos: visão audição e movimento

Como foi referido no ponto anterior, a exposição de conteúdos multimodais, em comparação a conteúdos unimodais, aumenta o tempo de reação, aumentando a compreensão e assimilação de conteúdos. No entanto, devido a alterações físicas ligadas ao envelhecimento, a visão e a audição vão sofrendo perdas e o processo de conceptualização de artefactos tecnológicos para o público em foco deve ser idealizado tendo em conta as mudanças físicas ocorridas no processo de envelhecimento.

2.4.1. Visão

A retina de uma pessoa de 60 anos de idade recebe menos dois terços de luz do que a pupila de um jovem de 20 anos. A maior frustração dos seniores quando lidam com mostradores digitais é o facto de nem sempre conseguirem ver com clareza detalhes do que é mostrado (Pak & McLaughlin, 2010).

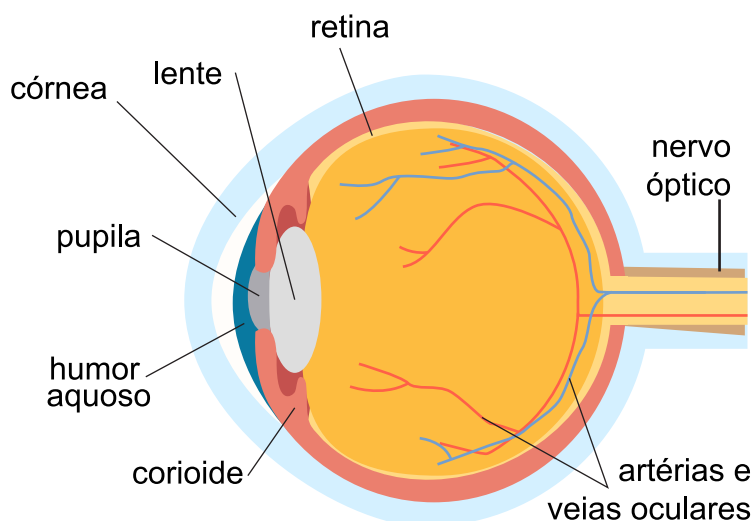


Figura 6 – Esquema do olho humano

Com o envelhecimento da musculatura do globo ocular, a pupila (Figura 6) tem dificuldade em mudar de tamanho e assumir o seu tamanho máximo, o que significa uma menor entrada de luz e consequente perda de capacidade em distinguir o detalhe, em condições de baixa luminosidade.

Somado a esta dificuldade, à medida que a lente ocular envelhece torna-se amarelada, fazendo com que alguns comprimentos de onda cheguem com uma tonalidade ligeiramente diferente ao cérebro. Esta fragilidade é mais comum na identificação da cor azul, onde a distinção de tonalidades desta cor são indissociáveis. Em casos mais severos de envelhecimento da lente as diferentes tonalidades das cores vermelho e roxo são igualmente incompreensíveis.

No processo de envelhecimento, a capacidade em focar detalhes e a perceção de diferentes contrastes vai-se perdendo, dificultando a capacidade de leitura. Devido ao envelhecimento dos músculos oculares, o sénior tem mais dificuldade em distinguir caracteres tipográficos, uma vez que a mudança de foco é mais lenta.

Para além das dificuldades enumeradas ligadas ao processo de envelhecimento que ocorrem em todos os seres humanos, os doentes vítimas de AVC agudos, cujo dano ocorreu no Lobo Parietal hemisfério direito sofrem perdas adicionais ligadas à visão, de acordo com a a gravidade da área afetada no cérebro (Parton, Malhotra, & Husain, 2004).

Embora a dificuldade de visão só ocorra em alguns pacientes, a perda mais comum é o desaparecimento de metade do campo visual em cada um dos olhos (*homonymous hemianopia*) e em alguns casos, a perda de um quarto da visão (*homonymous quadrantanopia*). Há ainda registos de pacientes com Escotomas que é uma região do campo visual que apresenta perda total ou parcial da acuidade visual rodeado de uma outra região onde o campo visual permanece intacto (Figura 7).



Figura 7 – Exemplo das dificuldades de visão presentes em alguns doentes vítimas de AVC

Este impedimento visual quando diagnosticado previamente, na maioria dos casos, após três meses de tratamento a visão recupera corretamente (Stone et al., 1991), pelo que o público alvo deste jogo serão pacientes cujas dificuldades visuais tenham sido ultrapassadas.

2.4.2. Audição:

No que se refere à capacidade auditiva, a parte mais importante do ouvido, que sofre de uma maneira mais evidente o processo de envelhecimento, é a cóclea, estrutura em forma de caracol que é responsável pela audição. O papel da cóclea é transformar a vibração dos líquidos e estruturas adjacentes em mensagens nervosas. Esta função é assegurada pelas células sensoriais denominadas células ciliadas do órgão espiral de Corti (Figura 8). As células ciliadas passam a mensagem auditiva aos neurónios cócleares que vão transmiti-la ao cérebro através do nervo auditivo (Wingfield, Tun, & McCoy, 2005).

Ao submeter o ouvido à audição das mesmas frequências, dia após dia, as células ciliadas sofrem danos que não podem ser reparados, causando deficiências na audição. A perda auditiva depende do ambiente sonoro em que a pessoa vive (McCoy et al., 2005).

Aumentar o volume não é necessariamente a resposta para contrariar as dificuldades auditivas (Pak & McLaughlin, 2010), visto que a generalidade dos seniores têm dificuldades auditivas nos extremos sonoros da gama humana audível: *pitches* altos e baixos.

Aumentar o volume poderia ser uma solução para tornar os *pitches* mais altos audíveis, mas ao tornar estes sons audíveis outros ficariam extremamente altos causando distração e desconforto (Pak & McLaughlin, 2010), com consequente declínio cognitivo (Wingfield et al., 2005).

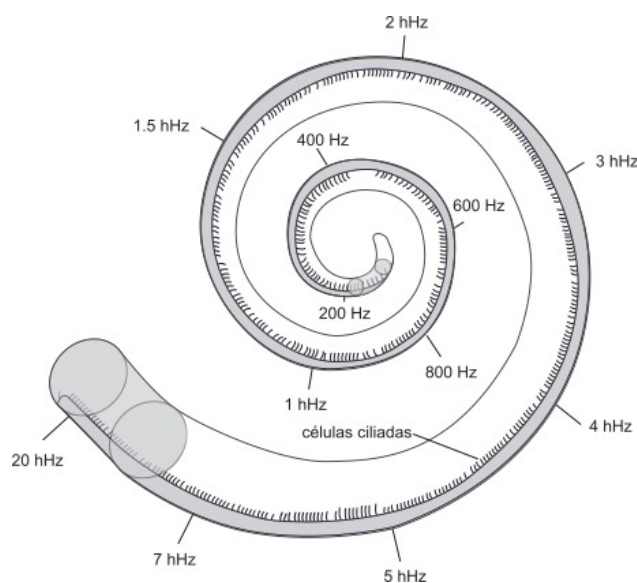


Figura 8 – Esquema da Cóclea, as áreas a cinzento representam áreas danificadas

2.4.3. Movimento

Movimento é uma ideia ou desejo traduzida numa série de gestos com o objetivo de expressar um pensamento.

Com o aumento da idade, a maior parte dos movimentos usados na gesticulação não sofrem alterações, no entanto, vai-se perdendo motricidade fina.

Os seniores são mais lentos a executar movimentos precisos e mais lentos a reagir a estímulos que requeiram rapidez. A resposta na iniciação de um movimento é cerca de 25% mais lenta nas pessoas com mais de 65 anos e a execução de uma tarefa demora cerca de 50% mais, comparando com a performance em pessoas com menos de 30 anos (Pak & McLaughlin, 2010).

Para além das dificuldades referidas inerentes ao processo de envelhecimento, os pacientes com hemiparesia sofrem de espasticidade no lado do corpo afetado pelo AVC.

A espasticidade é um distúrbio motor que faz com que os músculos contraiam involuntariamente, causando um aumento do tônus muscular.

O músculos espáticos são resistentes à extensão e quando um paciente tenta mover o membro afetado sente rigidez e aperto, no braço a sensação de aperto é sentida no punho, o que faz com que o cotovelo se dobre e o braço pressionado contra o peito (American Stroke Association, 2013). Este estado interfere com a capacidade do paciente para realizar atividades diárias como vestir-se sozinho (Walker, 2007).

3. Mediação Tecnológica

Tendo em conta o problema identificado, os objetivos desta dissertação e da pergunta de investigação, e admitindo que um dos resultados esperados é a implementação digital de um protótipo funcional que procura gamificar o processo de fisioterapia recorrendo à mediação tecnológica. O objetivo deste capítulo é justificar a pertinência da mediação tecnológica e averiguar métodos para que a comunicação humano-computador seja eficiente.

Na seção 3.1 explica-se o design de interação e a sua importância nos sistemas de mediação tecnológica, na seção 3.2 explica-se a relação da memória com os sistemas em causa. Na seção 3.3 contextualiza-se as interfaces vestíveis. Na seção 3.4 apresentam-se as interfaces gestuais e o seu enquadramento no projeto em desenvolvimento, na seção 3.4 introduz-se o conceito de feedback, fulcral para a compreensão do utilizador, por último na seção 3.5 apresenta-se o conceito de Design da Experiência fundamental para o envolvimento e satisfação do utilizador/jogador.

3.1. Design de interação

A maior parte da população mundial interage diariamente com dispositivos tecnológicos como a televisão, o computador, o rádio, o telemóvel... A existência destes objetos é possível devido a avanços no conhecimento científico, mas o que torna possível a sua manipulação por grande parte das pessoas é o Design de Interação (Saffer, 2009 p.2).

O Design de interação é uma vertente do design cujo objetivo é proporcionar experiências de uso em produtos interativos de forma a fornecer suporte na forma como as pessoas comunicam e interagem no seu dia-a-dia (Rogers, Sharp, & Preece, 2015 p. 9). De acordo com Saffer, (2009 p.4), o Design de Interação é a arte de facilitar interações entre humanos através de produtos e serviços.

O termo design de interação é um termo chave usado para enfatizar diferentes aspetos durante o processo de desenvolvimento de um produto como design de interfaces, design de software, design centrado no utilizador, design de produto, web design, design da experiência e design de sistemas interativos (Rogers, Sharp, & Preece, 2015 p. 9).

Quando nos deparamos com um novo produto, há a necessidade de descobrir como é que ele funciona e quais as suas funcionalidades. Para uma descoberta eficiente é necessário aplicar cinco princípios psicológicos fundamentais: a *visibilidade*, o *feedback*, *constrangimentos*, *consistência* e *affordances* (Norman, 2002; Rogers et al., 2015):

Visibilidade: quanto mais visíveis forem as funções de um sistema, mais facilmente os utilizadores interagem de uma maneira eficaz com ele.

Feedback: ocorre quando o sistema mostra ao utilizador o que está a acontecer, providenciando informações sobre seu estado atual. O feedback é geralmente visual, tátil ou auditivo, este conceito será aprofundado no ponto 3.3 do presente documento.

Constrangimentos: o artefacto tem restrições quando às suas funcionalidades, impedindo o utilizador de selecionar opções incorretas.

Mapping é a relação entre os controlos e seus efeitos sobre o objeto.

Consistência: quando o objeto possui similaridades com outro produto com mesma função, estando de acordo com as expectativas do utilizador.

Affordance ocorre quando as propriedades do objeto dão pistas de seu uso.

O desenho e a conceptualização de produtos interativos tem que ter em consideração os seus utilizadores, as suas dificuldades físicas, intelectuais e o contexto em que estes vão utilizar, de forma a proporcionar uma experiência de uso gratificante (ISO 9241-210, 2010). Estas preocupações constituem aquilo que se considera a usabilidade de um produto. De um ponto de vista da usabilidade os artefactos interativos devem reunir as seguintes características (Rogers et al., 2015):

Efetividade no uso: se o produto faz o que se propõe a fazer.

Eficiência: de que maneira um produto suporta o utilizador na execução das suas tarefas.

Segurança: refere-se proteção do utilizador face a situações indesejáveis, por exemplo de um ponto de vista ergonómico, o produto não deve provocar lesões físicas no utilizador.

Utilidade: se o produto providência as funcionalidades que os utilizadores esperam e se estes conseguem usufruir das funcionalidades da maneira que necessitam.

Facilidade na aprendizagem: refere-se a quão fácil é para um utilizador aprender a manusear um produto.

Memorável: quão fácil é o utilizador lembrar-se como se usa.

De um ponto de vista heurístico, segundo Nielson, (1995) uma interface eficiente deve ter presente as seguintes características:

Visibilidade do estado do sistema: o sistema deve manter sempre o utilizador informado acerca do que se passa, providenciando feedback apropriado.

Falar a linguagem do utilizador: optar por palavras, frases e conceitos familiares ao público-alvo, em vez de linguagem técnica.

Facilitar a saída em situações de erro: por vezes os utilizadores escolhem determinadas funções por erro, o sistema deve informar corretamente acerca das ações providenciando sempre por exemplo a função de “voltar a trás”.

Ser consistente e seguir os standards: não deverá ser possível os utilizadores questionarem-se acerca do significado de palavras, símbolos ou situações.

Prevenção de erros: a interface deve ter mensagens de erro a alertar o utilizador, e verificar se uma determinada ação é, de facto, a intenção do utilizador.

Minimizar o esforço cognitivo: evitar que o utilizador recorra à memória de curto prazo para preformar ações.

Flexibilidade e eficiência: adequar o sistema aos utilizadores experientes e inexperientes. Por exemplo fornecer atalhos aos utilizadores experientes invisíveis aos que estão na aplicação pela primeira vez.

Estética simples e minimalista: as caixas de dialogo não devem ter mensagens ambíguas ou irrelevantes.

Mensagens de erro claras e construtivas: o sistema deve indicar claramente qual é o problema oferecendo uma resolução eficiente.

Ajuda e documentação: embora o sistema deva ser claro de forma a que possa ser usado sem recorrer a documentação de ajuda extra, deve ser fornecida informação e documentação de ajuda extra. Esta informação deve ser fácil de aceder e deve providenciar passos concretos sem ser demasiado extensa.

A concetualização de produtos multimédia para um público sénior, para além de ter em consideração as normas propostas acima, deve ter em atenção às mudanças ligadas ao envelhecimento contextualizadas no capítulo anterior.

No processo de envelhecimento, a memória sofre algum declínio, principalmente a memória de curta duração (Kellingley, 2015), tornando-se fundamental minimizar o esforço cognitivo, providenciando modelos concetuais que recorram a metáforas (Fonseca, Amado, & Costa, 2014).

3.2. Memória

De acordo com a *Cognitive Load Theory* a construção de esquemas mentais e a automação são os processos mais importantes no processo de aprendizagem. Os esquemas compreendidos são armazenados na memória de longa duração.

Estes esquemas podem ser considerados modelos mentais, em que todos os dados que compõem a informação são guardados e categorizados (Low, Jin, & Sweller, 2012). De acordo com esta mesma teoria, e os princípios do design instrucional, metodologia e abordagem usada para fornecer informação, um produto multimédia direcionado para um público sénior deve maximizar a memória de trabalho, tendo em vista a memorização dos conteúdos na memória de longo prazo (Figura 9 e 10) (Low et al., 2012).

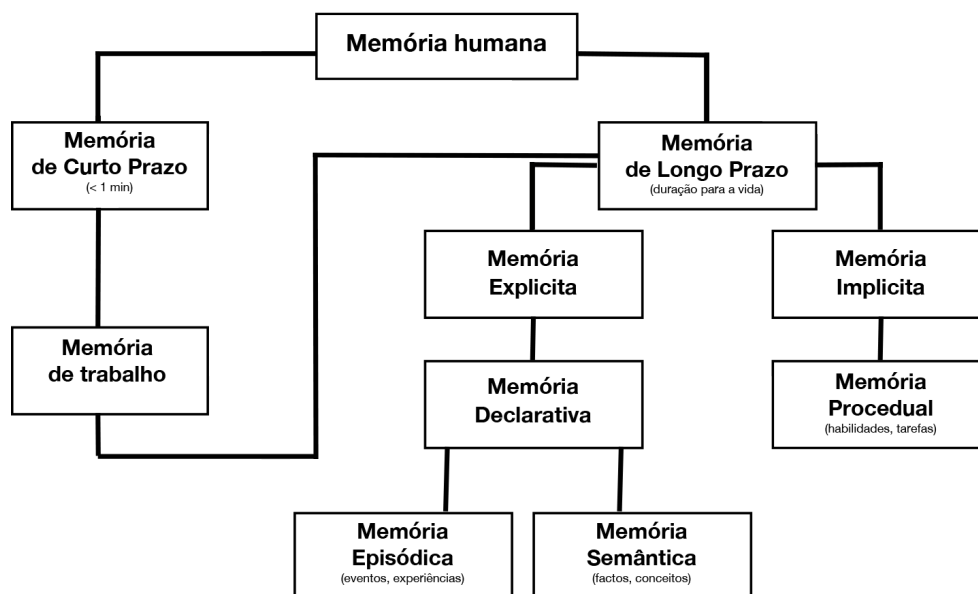


Figura 9 – Esquema da memória humana, baseado em Was & Woltz, 2013

Os seniores são capazes de direcionar a sua atenção para os conteúdos mais relevantes, quando são dadas pistas corretas previamente, sendo que os conteúdos multimodais apresentam-se como uma mais valia no que diz respeito à memorização na memória de longo prazo mais concretamente na memória episódica.

No entanto com a idade há um declínio na memória episódica, o que significa que existe uma anomalia na associação de diferentes elementos de um evento.

Sendo que a memória episódica suporta elementos percetuais (conteúdo visual e sonoro), elementos concetuais elementos espaciais e temporais.

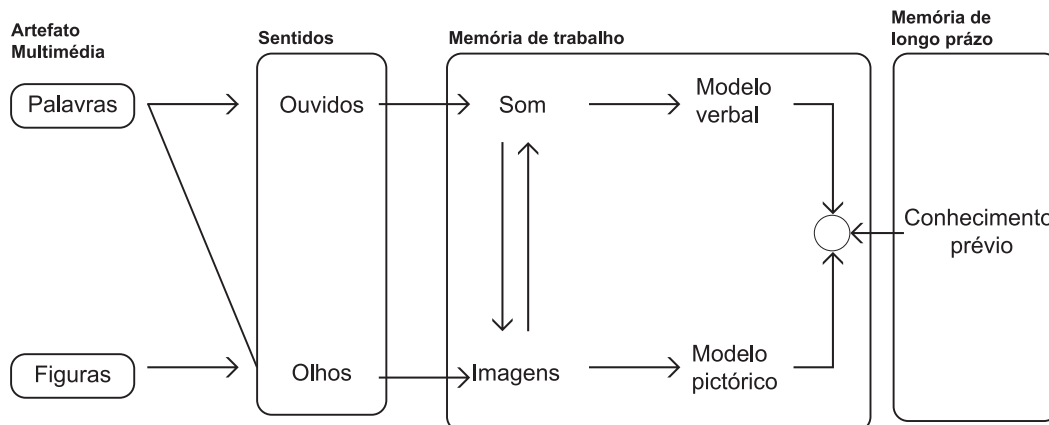


Figura 10 – Esquema explicativo da *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (Mayer & Moreno, 2003, p.44)

Para além da exposição de conteúdo sob a forma sonora e visual de acordo com Ouwehand, Gog, & Paas, (2013), e devido ao declínio na memória episódica, os gestos oferecem pistas importantes em visualizações dinâmicas geradas por computador e contribuem para a assimilação de conteúdos aprendidos.

Movimentar e gesticular aquando se esta a adquirir um novo conhecimento facilita a aprendizagem. A memória episódica pode ser melhorada adicionando a componente de ação, no formato de instruções (Ouwehand et al., 2013). Os gestos em si são ações e facilitam a memorização do conteúdo aprendido na memória episódica. Estes podem ser usados de todas as formas, formatos e funções incluindo metaforicamente os gestos para a exposição de conceitos abstratos (Ouwehand, Gog, & Paas, 2013).

Se o conteúdo temporal e espacial for alinhado com um discurso recorrendo aos gestos, alguns elementos informativos relacionam-se uns com os outros, aumentando a probabilidade do reconhecimento de conteúdos. Os gestos visualmente entendidos apresentam informação em ação aumentando a interatividade em tarefas complexas, ajudando a construir dinamicamente um modelo mental integrando de uma forma rica a informação mais complexa (Ouwehand, Gog, & Paas, 2013).

Para além de observados, se os mesmos gestos forem preformados o utilizador está a contribuir para alocação de conteúdo na memória de trabalho, cuja gesticulação se for repetida várias vezes a informação poderá vir a ser alocada na memória de longa duração (Ouwehand, Gog, & Paas, 2013).

Importa referir que, no que diz respeito ao público alvo do presente estudo, seniores vítimas de AVC a coordenação psicomotora destes indivíduos encontra-se afetada. A velocidade de exposição dos procedimentos instrucionais deve ser adequada à situação física e cognitiva dos pacientes (Ouwehand et al., 2013).

3.3. Interfaces vestíveis

Computação vestível, ou *wearable computing*, compreende a utilização de dispositivos computacionais diretamente no espaço pessoal do utilizador, isto é no corpo do utilizador, seja sob a forma de acessório como é exemplo os *smart watches*, incorporados numa peça de roupa, ou mesmo implementados no interior do organismo (Steve Mann, 1997). Este paradigma facilita a interação homem computador, uma vez que os dispositivos estão diretamente acoplados à esfera privada do utilizador de uma forma mais direta e “pronto a usar” (Steve Mann, 1998), ao contrário de outros dispositivos portáteis como por exemplo telemóveis ou *tablets* que estão próximos do corpo, não estando no próprio corpo.

Geralmente uma *interface vestível* captura informação, e comunica essa informação recorrendo ao *feedback*. É comum a existência de uma interface secundária, onde a comunicação da informação é dada ao utilizador, como são exemplo as pulseiras de monitorização de atividade física (Starner, 2015 p.14).

Um exemplo de uma interface vestível para doentes vítimas de AVC é o sistema *SWORD HEALTH*, um sistema que monitoriza as posições do membro afetado e do tronco de forma a fornecer feedback ao longo da recuperação. O *feedback* pode ser consultado no telefone, *tablet* ou computador (Figura 11). O paciente vítima de AVC que usa este sistema é convidado a exercitar movimentos, de uma forma mecânica. O sistema conta os movimentos executados e avalia-os fornecendo feedback, tanto ao doente como ao profissional de saúde (SWORD HEALTH, 2016).



Figura 11 – Sistema *SWORD HEALTH* (SWORD HEALTH, 2016).

3.4. Interfaces gestuais

Desde a chegada do rato e das interfaces gráficas baseadas em janelas, ícones, menus e ratos, designadas por interfaces WIMP³, e execução de tarefas envolvendo a interação humano computador tornaram-se mais ágeis (Bowman, 2015), mas estas interfaces apesar de serem flexíveis, a interação através destes paradigmas revela-se uma interação pouco natural em que o utilizador recorre a uma gama limitada de músculos, indo contra aos potências físicos anatómicos atingidos na evolução da espécie humana (Bestor, 1993).

Na última década, têm surgido interfaces de utilizador mais dinâmicas, interfaces de utilizador baseadas no uso de gestos interativos e toque. Estas interfaces são vulgarmente designadas como *Natural User Interfaces* (NUI) ou *Gestural User Interfaces* (GUI), (Saffer, 2008, p. 25). Existindo duas categorias de NUI: interfaces baseadas no toque direto através de superfícies tácteis designadas de touchscreens, e interfaces baseadas num input três dimensões (3D), as *3D user interfaces* (UI), (Saffer, 2008, p. 25; Bowman, 2015).

Qualquer ambiente que possui gestos como forma de interação tem, na sua génese, os seguintes componentes: um sensor, um comparador e um atuador.

Tipicamente, um sensor pode ser descrito como um dispositivo eletrónico capaz de detetar alterações no ambiente. A natureza do sensor tem uma relação direta com o tipo de interações gestuais permitidas, destacando-se a pressão, a luz, a proximidade, o som, a inclinação, o movimento e a orientação. Uma vez detetada uma alteração, o sensor transmite a informação para o comparador que, com base no objetivo do sistema, é responsável por produzir um julgamento (Figura 12). Em muitas interfaces gestuais, o comparador é um microprocessador que executa um software, interpretando os dados recolhidos pelo sensor e reencaminhando comandos para o actuador (Saffer, 2008, pp. 16-20).

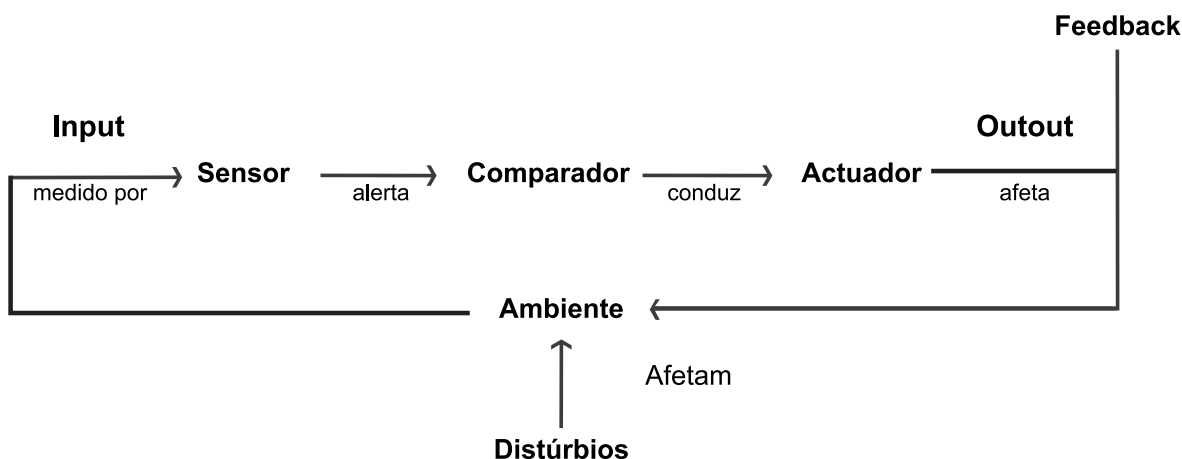


Figura 12 – Esquema explicativo dos componentes básicos de um sistema de interação gestual (Saffer, 2008, p. 13).

³ **WIMP**: Acrónimo para **w**indow (janela), **i**con (ícone), **m**enu, **p**ointing device (rato), estilo de interação humano-computador que utiliza estes elementos na comunicação.

Nos *touchscreens* o utilizador é capaz de interagir com o conteúdo virtual mostrado num ecrã utilizando o toque (Saffer, 2008, p.20).

Nas 3D UI o utilizador não necessita de tocar no mostrador diretamente. Na interação humano computador, o sensor pode ser um comando, uma luva inteligente, ou o próprio corpo (Saffer, 2008 p.21), como é exemplo as tecnologias presentes nas Figuras 13 e 14 e 15.



Figura 13 – Comando da consola Wii.



Figura 14 – Sistema *Leap motion*, interface gestual capaz de captar movimentos dos dedos das mãos



Figura 15 – Sensor *Kinect* - tecnologia capaz de detetar o movimento de todo o corpo do utilizador

Para além das vantagens educacionais referidas no ponto anterior, as interfaces gestuais, em particular as, 3D UI apresentam como principal vantagem o facto de serem mais flexíveis na interação e biologicamente mais eficazes visto que permitem uma maior escala de movimentos (Bestor, 1993; Saffer, 2008, p. 94).

Apesar de reconhecer a utilidade de interfaces gestuais, em situações onde métodos tradicionais são inapropriados ou inconvenientes, Norman (2010) alerta em relação a algumas preocupações que devem ser tidas em conta. De acordo com o autor, sistemas baseados na interação gestual devem seguir as mesmas regras do design de interação, fornecendo um modelo conceptual claro acerca da maneira de interagir com o sistema e suas consequências. É necessário ter especial atenção a formas de fornecer feedback e pistas explícitas para possíveis ações. Uma das razões é o facto de gestos serem livres, podendo ser ambíguos e gerar ações erradas. Assim, é necessário fornecer feedback construtivo para que o utilizador perceba em tempo real o que está a acontecer. No campo da prevenção de erros, visto que gesticular é uma ação natural e automática, o sistema deve estar preparado para evitar falsas respostas a movimentos que não foram feitos com a intenção de servirem de inputs.

3.5. Feedback

Uma das formas dos computadores beneficiarem a aprendizagem é através do feedback. Num ambiente de aprendizagem, a existência de feedback é essencial para o fabrico de novos conhecimentos e para manter o utilizador motivado (Whitton, 2014, p. 148). Genericamente, o feedback é a comunicação dos resultados de uma ação (Norman, 2002 p.60), e o seu propósito é ajudar os utilizadores de um sistema a entenderem as regras de interação desse mesmo sistema (Saffer, 2013, p.224).

Para melhor definir o processo de feedback é importante referir a abordagem cibernética da comunicação, isto é, o estudo da regulação e controlo em sistemas, baseada na interação entre inputs e outputs com o mecanismo interno do sistema em causa (Littlejohn & Foss, 2008 p.48).

Um sistema cibernético simples possui três elementos: um sensor, um comparador e um ativador. O sensor, que capta informação sobre o ambiente, providencia feedback ao comparador, que decide se altera as condições do sistema baseado na informação enviada pelo sensor. Quando decide alterar o sistema, o comparador fornece orientação ao ativador. O ativador, por sua vez, produz um output para afetar o meio ambiente de algum modo (Littlejohn & Foss, 2008 p.49).

Há a necessidade de registar todos os comportamentos de um sistema aberto, e o feedback desempenha um papel de grande importância no que diz respeito a alteração respostas do sistema face ao meio. Existem dois tipos de sistemas, os simples e os complexos. Nos sistemas simples a resposta perante o feedback é ligar ou desligar. Um exemplo de um sistema simples é um termóstato que se liga quando a temperatura está abaixo de um limite pré-estabelecido e se desliga quando atinge a temperatura (Littlejohn & Foss, 2008, p.49).

Os sistemas complexos usam o feedback positivo e negativo para dar resposta. O feedback negativo pode ser visto como uma mensagem de erro, um desvio em relação a um nível pré-estabelecido, obrigando o sistema a ajustar-se, reduzindo ou neutralizando o desvio. O feedback positivo leva a um comportamento divergente, gerando um *loop* exponencial de crescimento ou declínio: em vez de reduzir ou neutralizar o desvio,

aumenta-o. O feedback positivo é acumulativo e o negativo estabilizador (Littlejohn & Foss, 2008 p.50).

Vendo um jogo digital como um sistema cibernético, as regras do jogo definem os sensores, os comparadores e os ativadores do feedback em ambiente de jogo. Este pode ser visto como um sistema complexo, onde o feedback negativo estabiliza o jogo e o positivo destabiliza, na medida em que se existir demasiado feedback positivo este pode acelerar o sucesso ou o insucesso do jogador conduzindo a um fim precoce. Desta forma, deve haver um balanço entre os dois.

Para uma comunicação eficiente entre o sistema e o jogador, segundo Oxland (2004), o feedback deve ser mostrado ao jogador direta ou indiretamente em ambiente de jogo recorrendo aos vários tipo de feedback:

Visual: cor, animação, ação, entre outros.

Sonoro: efeitos sonoros, música.

Non Player Character feedback: ou feedback dos elementos que não são a personagem.

Reaction feedback: O jogador controla os objetos de jogo em tempo real,

Informative feedback: O jogador informado de tudo o que se passa no jogo

Conquista: fornecimento de poder como vidas, oferta de itens para melhorar o desempenho.

O feedback é o mediador entre o sistema e o jogador, representando um carácter importante de motivação na tarefa de aprendizagem (O'Neil, Gatzidis, & Swain, 2014).

3.6. Design da Experiência

O objetivo do design de produtos interativos é que eles sejam divertidos, prazerosos, e esteticamente agradáveis de forma a proporcionarem uma boa experiência de uso. O conceito de experiência de uso ultrapassa fenómenos metafísicos, sendo difícil definir e listar quais as características que um artefacto interativo deve ter para que o utilizador alcance o prazer máximo na execução de uma tarefa (Rogers et al., 2015, pp.18-19).

Importa referir que os objetivos da experiência diferem dos objetivos da usabilidade. As normas de usabilidade, oferecem diretrizes, da perspetiva do utilizador, de como este usa um sistema interativo, deixando de parte a perspetiva emocional da interação.



Figura 16 – Objetivos da Usabilidade ao centro e objetivos da Experiência de uso no círculo exterior (Rogers et al., 2015, p.19).

Por exemplo no caso de um jogo digital, o objetivo primário é entreter o utilizador proporcionando diversão, a perspetiva emocional um forte impacto na satisfação do utilizador. Aspetos que podem contribuir para o prazer conquistado incluem a atenção, o ritmo, a interatividade, o balanço entre o controlo consciente e inconsciente, o compromisso e o estilo da narrativa.

De forma a que a experiência de uso seja gratificante o utilizador deve estar completamente focado e imerso na tarefa que esta a desempenhar. Do ponto de vista da psicologia e segundo Csikszentmihalyi, (2008, p.39) o estado ótimo de imersividade é definido como Flow. Para atingir o Flow, a habilidade do utilizador deve ser equilibrada com a dificuldade que a tarefa proposta exige. Quando a habilidade para executar uma tarefa é pouca e a tarefa é demasiado difícil o utilizador entra num estado de ansiedade. Inversamente, quando a tarefa é muito fácil e a habilidade do utilizador a executar é muito alta, o utilizador entra num estado de tédio (Csikszentmihalyi, 2008 p.46).

O balanço entre a habilidade exigida e a dificuldade devem ser proporcionais para que o utilizador atinja o Flow, a experiência ótima (Csikszentmihalyi, 2008 p.74).

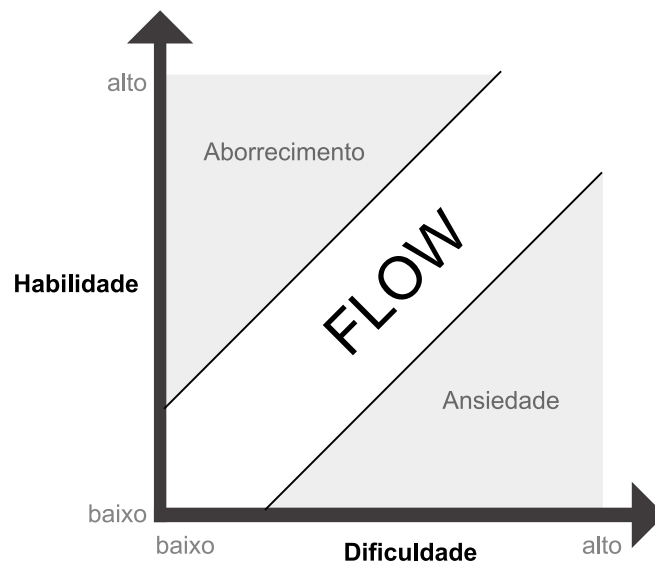


Figura 17 – Flow: a experiência ótima, balanço entre habilidade e dificuldade (Csikszentmihalyi, 2008 p.74)

De acordo com o mesmo autor a experiência geralmente ocorre quando o utilizador é confrontado com tarefas que consegue cumprir, e este deve estar concentrado no que está a fazer no momento. A concentração é possível porque a tarefa deve apresentar objetivos concretos e feedback imediato. O sentido da duração do tempo é alterado, as horas passam como se fossem minutos e os minutos podem ser esticados para dar a sensação que passaram horas. A tarefa deve ser envolvente eliminando as preocupações e frustrações do dia-á-dia, possibilitando ao utilizador o sentimento de controlo das suas ações. O sentimento de individualidade desaparece durante a execução da tarefa, no entanto, paradoxalmente, depois da experiência o sentido de individualidade emerge mais forte. A combinação destes elementos emocionais cria na pessoa, ou utilizador, uma sensação de felicidade e conquista pessoal indescritível (Csikszentmihalyi, 2008 p.71)

4. Jogos Digitais

Com o objetivo de uma recuperação mais eficaz, médicos e fisioterapeutas recomendam ao paciente vítima de AVC a utilização do membro afetado na execução das tarefas domésticas, restringindo, o mais possível, o uso do membro saudável. Contudo, a frustração inicial ligada à incapacidade de executar tarefas eficazmente leva o paciente a evitar o uso do membro afetado (Coupar, Pollock, Legg, Sackley, & van Vliet, 2012).

O presente capítulo está dividido em três secções. Na primeira secção (4.1) será definido o conceito de jogo, seguindo-se, na secção 4.2, de uma contextualização dos diferentes géneros de jogos digitais. Por fim, na secção 4.3, será exposto um levantamento da literatura de estudos semelhantes.

4.1. Definição de jogo

A definição do termo jogo pode por vezes ser de difícil compressão, uma vez que a palavra poderá ter diferentes significados dependendo do contexto em que é utilizada.

Os termos jogo e jogar são termos complexos e difíceis de definir. Por transcender fenómenos psicológicos e fisiológicos, este termo vai para além da atividade física, psicológica ou biológica. A definição destes termos tem gerado uma ampla discussão na comunidade científica e são múltiplos os autores que os tentam definir (Zimmerman & Salen, 2003).

De acordo Huizinga (1955, p. 13) jogar é uma atividade livre, conscientemente tomada, não séria e exterior à vida quotidiana, capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de limites temporais e espaciais, segundo ordens e regras específicas. Promove ainda a formação de grupos sociais com tendência a serem fechados, realçando a diferença dos membros perante a comunidade.

Segundo Suits (2005, p.34) um jogo é uma atividade orientada para a realização de um determinado objetivo, utilizando meios permitidos por regras. Estas regras existem de forma a proibir meios mais eficientes em favor de meios menos eficientes. No entanto, as regras são aceites porque tornam possível a atividade. Para Suits jogar é, portanto, um esforço voluntário para superar obstáculos desnecessários.

De acordo Zimmerman & Tekinbaş (2003) um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem num conflito artificial definido por regras, com um resultado quantificável.

De acordo com Juul (2005, p.6) um jogo é um sistema formal, baseado em regras, com um resultado variável e quantificável, onde aos diferentes resultados são atribuídos diferentes valores. O jogador exerce um esforço, a fim de influenciar o resultado, sentindo-se, por isso, ligado a este. As consequências da atividade são opcionais e negociáveis. O jogo cria uma representação subjetiva e deliberadamente simplificada da realidade emocional. A objetividade, num jogo só é necessária para suportar a fantasia do jogador.

Segundo Crawford (1984), o jogo não obedece a uma representação objetiva da realidade, criando uma representação subjetiva e deliberadamente simplificada da realidade emocional. A objetividade só é necessária, em alguns casos, para suportar a fantasia do jogador, fantasia essa que é a chave para que o jogo se torne psicologicamente real e deve corresponder ao que o jogador espera no momento. A ação desenrola-se sustentada por regras que devem permitir ao jogador gerir e prever todas as situações de jogo. Devido ao facto de um jogo ser uma experiência interativa, o desafio proposto pode mudar sempre que se justificar. O jogador participa na narrativa e é encorajado a explorar diferentes alternativas, é apresentado ativamente ao jogador um objetivo, e existem sempre obstáculos que atrasam o jogador na sua conquista, este atraso define-se como conflito. Os jogos proporcionam modos seguros de experimentar a realidade.

Costikyan (1994) define jogo uma forma de arte no qual os participantes, os jogadores, são chamados a tomar decisões, gerindo as varias situações com que se deparam, de modo a alcançar o objetivo proposto. As regras têm que permitir gerir todas as situações de jogo. Mesmo que não pareça real deve corresponder ao que o jogador espera naquele momento.

Tabela 3 – Elementos presentes na definição de jogo digital de acordo com os autores.

Elementos presentes na definição de jogo digital	Huizinga (1955)	Suits (2005)	Zimmerman & Salen (2003)	Juul (2005)	Crawford (1984)	Costikyan (1994)
Regras que limitam a liberdade do jogador	x	x	x	x	x	
Conflito ou desafio			x	x	x	
Orientado a um objetivo/ resultado		x	x	x		x
Atividade, processo ou evento		x				
Tomada de decisão		x	x		x	x
Não sério e absorvente	x					
Nunca associado a ao ganho material	x					
Artificial/ seguro/ exterior a vida comum	x		x		x	
Cria grupos especiais	x					
Voluntário		x		x		
Incerto				x		
Faz acreditar / ficcional				x	x	
Ineficiente		x				
Sistema de partes recursos, e <i>tokens</i>			x		x	x
Forma de arte						x

Legenda: x Elementos presentes na definição do autor

Apesar das divergências dos autores, nos diferentes pontos de vista, os autores convergem no facto de um jogo ter um conjunto de regras que limitam a liberdade do jogador. Está presente um conflito ou desafio, o jogo é orientado a um objetivo ou resultado, envolvendo uma tomada de decisão é uma atividade artificial, segura, exterior a vida comum.

4.2. Gamification

Pode-se definir *gamification* como a utilização de elementos e técnicas de design de jogos em contexto de não entretenimento, na tentativa de motivar o utilizador a levar acabo uma atividade séria. Esta técnica é utilizada em diferentes domínios, desde a indústria do entretenimento, a educação ou saúde.

Tendo por base a premissa que tudo que existe tem o potencial de ser divertido, gamificar um produto ou serviço não significa simplesmente oferecer distintivos virtuais de cada vez que o utilizador executa uma determinada ação (Zichermann & Cunningham, 2011, p 20). Gamificar significa elaborar um plano de forma a motivar um jogador para que ele leve acabo um conjunto de tarefas, com prazer, seduzindo-o para um determinado objetivo quantificável.

Os jogos são um artefacto poderoso, apresentando-se como bons motivadores, que levam o utilizador a fazer ações que de outra forma não tomavam a iniciativa de as fazer, e fazem-no de uma forma livre (Zichermann & Cunningham, 2011, p 20).

4.3. Género e taxonomia de jogos digitais

A classificação por género é uma característica importante no que diz respeito à organização e acesso por parte dos consumidores de diferentes tipos de media, obedecendo a convenções.

Ao descrever filmes ou livros, o termo género refere-se ao conteúdo da obra: ficção histórica, romance, espionagem, entre outros (Jull, 2014). No que se refere aos jogos digitais não existe consenso na sua categorização, sendo que o termo género se refere aos tipos de desafios que um determinado jogo oferece (Adams, 2013, p.70).

Os narratologistas defendem que os jogos são textos com estruturas narrativas mediados por dispositivos (semelhantes a um produto audiovisual), enquanto ludologistas argumentam que os jogos são experiências interativas focando-se jogabilidade e mecânica de jogo. A complexidade inerente à categorização por género sugere que jogos são ambos.

De acordo com Crawford (1984), os jogos digitais dividem-se em duas categorias: habilidade e ação (*Skill-and-Action*) e estratégia (*Strategy*). Em que os jogos de habilidade e ação fazem uso das capacidades motoras e os jogos de estratégia das capacidades intelectuais do jogador.

Considerando os critérios clássicos de classificação por género, os jogos digitais podem ser classificados como action games, strategy games, role-playing games, real-world simulations, construction and management games, adventure games e Puzzle games (Adams, 2013, p.70).

Nos **Action games**, o ênfase da jogabilidade recai sobre a ação, exigindo reflexos rápidos e coordenação física, de modo a superar obstáculos. Esta categoria pode ser subdividida em jogos de tiro (*shooter games*) e jogos de luta (*fighting games*).

Os **Strategy games**, ou **jogos de estratégia**, implicam pensamento tático e por vezes desafios lógicos ligados à gestão militar, económica ou logística. Os jogos *SimCity* e *Civilization* são exemplo desta categoria.

Os **Role-playing games (RPG)** são jogos nos quais o jogador é convidado a assumir uma personagem criada por si ou pré-estabelecida pela narrativa do jogo. Por exemplo o jogo *Final Fantasy*.

Os **Real-world simulations** incluem jogos desportivos e simulações, onde é necessária destreza física e recurso a decisões estratégicas, havendo raramente espaço para a exploração.

Os **Construction and management games** oferecem desafios económico e conceptuais. Por exemplo o jogo *Roller Coaster Tycoon*.

Os **Adventure games** fornecem exploração e quebra-cabeças. Por vezes incluem desafios físicos e conceptuais. Por exemplo o jogo *Grim Fandango* e o jogo *The Legend of Zelda* (1986).

Os **Puzzle games** caracterizam-se pela presença exclusiva de desafios lógicos e conceptuais onde, por vezes, o jogador está limitado pelo tempo. Exemplo Tetris ou Monumental Valley.

Por vezes a categorização clássica acima apresentada não é suficiente para descrever jogos digitais emergentes e são encontradas na literatura designações complementares:

Casual games abrangem um diverso tipo de público, caracterizando-se por requererem um período curto de aprendizagem e serem fáceis de jogar. Podem incluir jogos de atividade física sazonal como Wii Sports ou jogos para dispositivos móveis cujo download é rápido e relativamente fácil (Juul, 2010).

Serious games, em português, jogo sério, é um jogo interativo cujo objetivo principal é transmitir um conteúdo educacional (Abt, 1987).

Exergames ou **Exergaming** é o uso de atividades de exercício físico em jogos digitais. Este género de jogo recorre a tecnologia que rastreia os movimentos corporais do, ou dos jogadores (Marston, Kroll, Fink, & Eichberg, 2014).

É de salientar que, por vezes, alguns jogos combinam diferentes géneros, segundo (Adams, 2013, p. 71) estes jogos podem ser classificados como híbridos.

4.4. Jogos para a reabilitação

Os jogos digitais como forma de reabilitação fisioterapêutica ou terapia ocupacional têm sido utilizados em diferentes grupos de pessoas, desde crianças a seniores, indivíduos fisicamente desabilitados, com perturbações emocionais ou dificuldades de aprendizagem (O'Neil et al., 2014).

Os jogos digitais são ferramentas que ajudam a manter a atenção do jogador por longos períodos de tempo, suspendendo a realidade (Csikszentmihalyi, 2008). Como experiência interativa são capazes de absorver o jogador, desligando-o das preocupações do mundo real, distraíndo-o de problemas como o sofrimento físico ou psicológico. Para além disso, permitem aos jogadores experienciar novidade e desafio enquanto apreciam atividades lúdicas, sem as consequências da vida real (Crawford, 1984).

Os jogos podem ser vistos como um instrumento terapêutico, uma vez que aumentam o tempo de reação, melhoram a autoestima com a superação de desafios e favorecem a visão espacial pela manipulação de objetos virtuais (Fisher, 1986).

Com a imersão proporcionada pelos jogos, os pacientes com ansiedade podem ser estimulados de forma a esta ser eliminada progressivamente (O'Neil et al., 2014). Os

jogos são ferramentas que melhoram a atenção, ajudando na resolução de distúrbios de percepção, contribuindo para a capacidade de concentração, memória e criatividade e contribuindo para o pensamento abstrato, e consequentemente para a superação de desordens cognitivas (Fisher, 1986).

O uso inicial de jogos digitais como médium para a reabilitação do membro superior afetado em pacientes vítimas de AVC está ligado a sistemas que utilizam tecnologia robótica, em contexto laboratorial ou hospitalar (Jarrassé et al., 2014). Apesar de ser um meio de reabilitação eficiente, a tecnologia robótica, atualmente, encontra-se limitada às instituições de saúde. Contudo, existem vários estudos com jogos digitais comerciais em que estes, pelas suas características interativas, se mostram capazes de auxiliar a reabilitação do membro superior em contexto doméstico (Bainbridge, Bevans, Keeley, & Oriel, 2011; Deutsch et al., 2015).

A consola PlayStation II com o *EyeToy*, hardware de deteção de movimento, entrou no mercado em 2003 e foi um dos primeiros sistemas capaz de detetar movimentos utilizados nos estudos de reabilitação do membro superior em doentes vítimas de AVC (Flynn, Palma, & Bender, 2007; Rand, Kizony, & Weiss, 2008; Yavuzer, Senel, Atay, & Stam, 2008). Outros estudos mostram que a consola *Nintendo Wii*, devido ao seu comando capaz de detetar movimentos, se apresenta como um potencial meio de reabilitação (Yong Joo et al., 2010).

Apesar de se verificar que as tecnologias acima descritas são capazes de ajudar os pacientes vítima de AVC na sua recuperação, nenhum dos jogos testados foram conceptualizados tendo em conta as características dos doentes em estudo. Verificando-se, no caso da *Wii*, riscos de convulsões (Burn et al., 1997; Nintendo, 2015).

Mais recentemente com a consola Xbox, graças à tecnologia do *Kinect*, encontram-se em desenvolvimento dois jogos especialmente concebidos para o membro superior de doentes vítimas de AVC.

O jogo *Recovery Rapid* (Figura 18) é uma aplicação da abordagem de reabilitação fisioterapêutica CI. Desenhado para um tratamento de 3 horas de jogo diárias, em 10 dias consecutivos, tem como objetivo ser motivador e encorajador para a execução de movimentos repetitivos. O paciente, jogador, assume o papel de um remador de um caiaque e é incentivado a passear num rio, evitando barreiras através de controlo gestual.

De forma a testar a viabilidade do *Recovery Rapid* foram realizadas avaliações piloto, com 4 pacientes com AVC crónico, em contexto domiciliário. Um dos participantes desenvolveu dores no ombro no 4º dia do tratamento, mas o fisioterapeuta mudou os parâmetros do jogo, visto que este pode ser personalizável pelo cuidador de saúde, e o participante completou o tratamento sem dor. Cada participante desenvolveu, em média, 1600 gestos terapêuticos por hora de jogo (Maung et al., 2014).



Figura 18 – Ambiente do jogo Recovery Rapids

Outro exemplo é o *Rehabilitation Gaming System* (Figura 19). Para além do tratamento fisioterapêutico, este jogo procura ser um apoio para a recuperação das dificuldades de percepção, linguísticas e de concentração (Grechuta, Rubio, Duff, Duarte, & Verschure, 2014). Os exercícios terapêuticos são expostos ao jogador sob a forma de minijogos (Universitat Pompeu Fabra, 2015), o paciente, depois de assistir a uma tarefa, é motivado a interpretá-la na primeira pessoa. Comparando a performance anterior e posterior à experiência do jogo, os pacientes conseguiam realizar o movimento testado mais eficazmente (Ballester et al., 2015). Foram também verificadas melhorias na capacidade de comunicação oral (Grechuta et al., 2014).

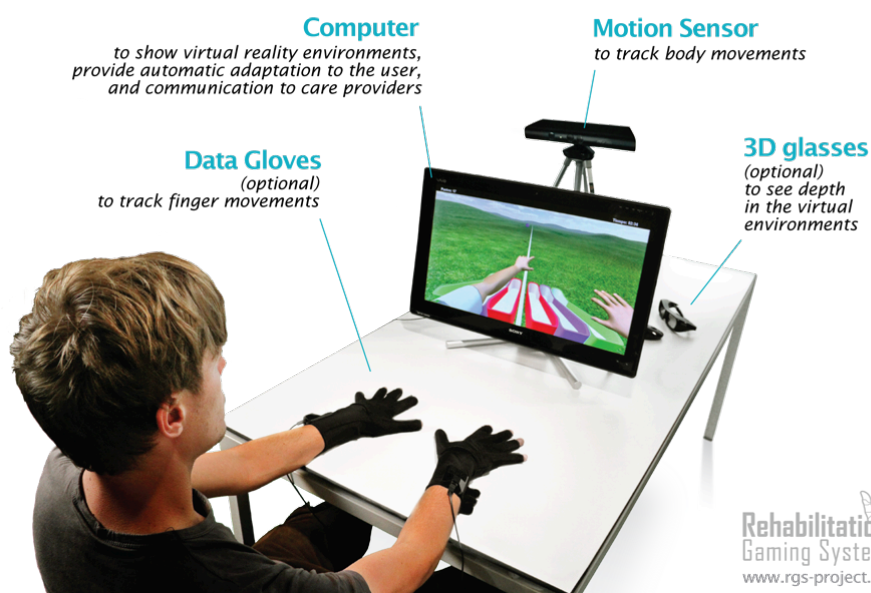


Figura 19 – Sistema do jogo *Rehabilitation Gaming System*
(Universitat Pompeu Fabra, 2015)

Para além do Kinect, ambos os dois jogos descritos anteriormente, recorrem a luvas inteligentes para detetar o movimento dos dedos do jogador. O Kinect deteta e mede movimentos do braço, ou seja, diagonais funcionais e a luva deteta os movimentos dos dedos avaliando a motricidade fina (Ballester et al., 2015; Maung et al., 2014) .

É de salientar que a luva inteligente, com características semelhantes nos dois jogos só é capaz de medir a amplitude de movimentos e oferecer feedback em relação à prestação do jogador. Estas luvas não têm nenhum exosqueleto, que faça com que o paciente movimente a mão de forma involuntária (Grechuta et al., 2014; Ballester et al., 2015; Maung et al., 2014).

De forma a captar e medir movimentos de motricidade fina sem ser necessário que o doente vítima de AVC calce uma luva Charles, Pedlow, McDonough, Shek, & Charles, 2014, sugerem um sistema de jogo utilizando uma tecnologia denominada de leap motion, tecnologia descrita no ponto 3.4 do presente documento, que capta as mão do jogador, conseguindo medir motricidade fina. No ambiente de jogo as tarefas consistiam na ordenação de bolas de algodão, empilhamento de blocos e colocar argolas em cilindros. O jogo foi avaliado e validado recorrendo a uma amostra de conveniência composta por oito participantes cuja atividade profissional variava entre fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais.

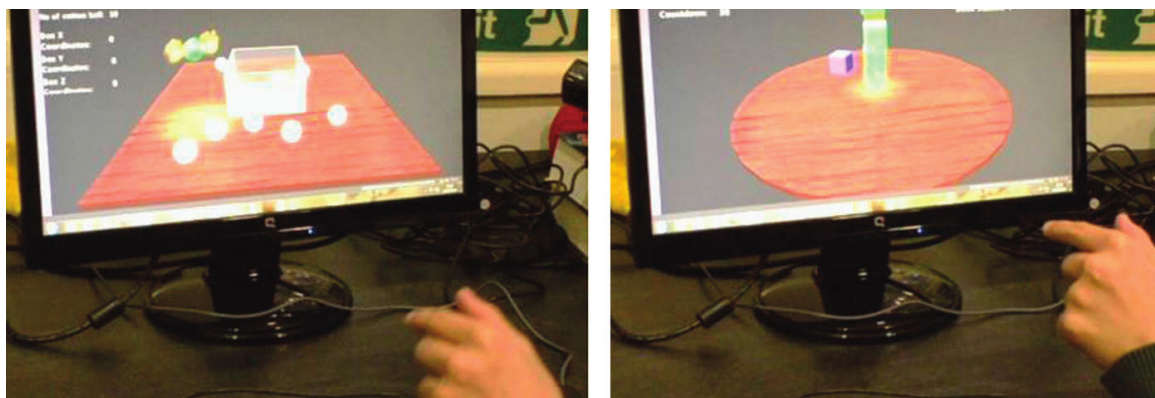


Figura 20 – Ambiente dos jogos implementados para o leap motion
(Charles, Pedlow, McDonough, Shek, & Charles, 2014)

Para além dos jogos já documentados Bur et al., 2010 propõe uma abordagem que procura ser uma alternativa de baixo custo para a reabilitação do AVC em contexto doméstico, um sistema baseado em Realidade Aumentada (AR). A AR oferece a vantagem da possibilidade de fazer uso de objetos do mundo real, para interagir com um mundo virtual. Para que esta interação seja possível, os objetos do mundo real têm marcas visuais acopladas. As marcas são lidas recorrendo a uma câmara. De forma a mostrar o conceito Bur et al., 2010 desenvolveram dois jogos: *Brick'a'Break*, que é baseado no *Atary Breakout (Arcade Game)*, e o jogo. No primeiro jogo, o *Brick'a'Break*, é apresentado ao jogador uma linha de blocos virtuais no topo da área de jogo, linha que o jogador tem que fazer desaparecer direcionando uma bola saltante, virtual, com um cubo físico.

No jogo *Shelf Stack*, o objeto físico que o jogador tem que manipular é um cartão que dá origem a uma caneca, graças à camada de realidade aumentada, este cartão que deve ser colocado no topo de uma prateleira.

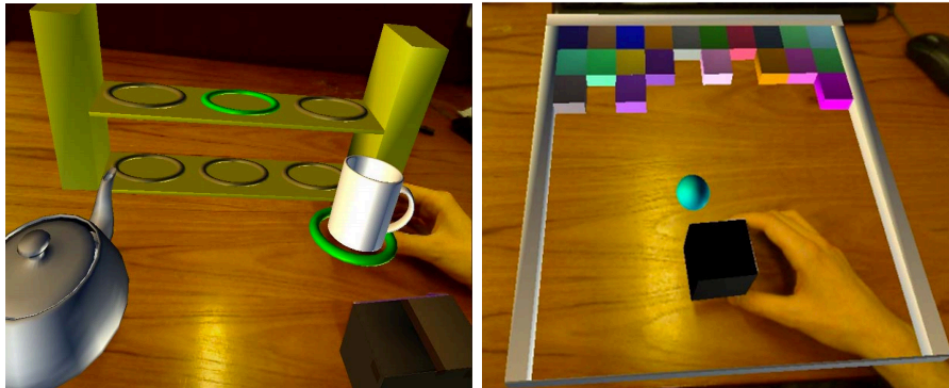


Figura 21 – Ambientes dos jogos Shelf Stack, e *Brick'a'Break* (Bur et al., 2010)

Comentários finais do enquadramento teórico

Os constrangimentos físicos e psicológicos de um doente vítima de AVC são inúmeros (Geyh et al., 2004). Dada a complexidade do tratamento do AVC, no âmbito deste projeto de dissertação, o estudo incidirá na reabilitação do membro superior em doentes com hemiparesia, uma vez que conseguem executar alguns movimentos.

Tendo em conta a interpretação dos índices de funcionalidade propostos pela DGS, o jogo digital a ser concetualizado só promete atingir pacientes cujos quadros de AVC sejam designados como Ligeiro ou Moderado (Bathel +55 e MIF +40), devido ao grau de independência na execução das atividades da vida diária.

Ainda que não exista um procedimento fisioterapêutico considerado ótimo, o protótipo concebido no presente estudo procurará gamificar características da CI, uma vez que é uma terapia que inclui, no processo de recuperação do doente, a obrigação de execução de tarefas com o membro afetado, sem ser necessário o auxílio de um profissional de saúde perto do doente (Corbetta et al., 2010).

No que diz respeito à exposição de conteúdo e dado que as memórias de curta duração e episódica sofrem declínio com a idade, os conteúdos apresentados no jogo digital a ser concetualizado devem estimular a memória de trabalho e as repetições de movimentos características fundamentais a ter em consideração na concetualização do jogo digital.

Tendo presente os ICF CORE SET (Bickenbach, 2012) destacam-se as seguintes funções com potencial de melhoramento face as características das interfaces gestuais:

b176 – Funções mentais na performance de movimentos complexos

b730 – Funções da potência muscular

b735 – Funções do tônus muscular

b740 – Funções da resistência muscular

b760 – Controlo de movimentos voluntários

b265 – Capacidade de toque

b730 – Funções da potência muscular

b770 – Coordenação motora

Tendo em conta os *ICF CORE SET* (Bickenbach, 2012), destacam-se as seguintes funções que com potencial de melhoramento tendo em conta os benefícios dos jogos digitais:

b117 – Funções intelectuais

b140 – Capacidade de atenção

b144 – Memória

b156 – Funções percetuais

Algumas atividades são mais motivadoras que outras, devido às ideias pré concebidas. Por exemplo, as atividades terapêuticas são desenhadas para maximizar a sua eficácia, motivo pelo qual parecem ser pouco apetecíveis e desmotivadoras para quem as é obrigado a praticar, já os jogos, como atividade de lazer e entretenimento, são desenhados para que o utilizador obtenha o máximo de prazer, atingindo o estado de *flow*.

A conjugação de uma terapia como atividade de lazer parece um processo complexo. No entanto, os jogos, como forma de entretenimento multimodal, podem apresentar-se como uma ferramenta de reabilitação, justificado pela existência dos *serious games* e *exergames*, podendo assistir pacientes na conquista de objetivos, avaliando performances, por funcionarem como estimuladores de superação individual. Como são exemplos os jogos citados na secção 3 do capítulo 4, onde as suas características foram analisadas, de forma a tirar conclusões para o presente estudo.

A análise dos jogos é baseada em conclusões obtidas através de revisão de literatura. Visto que os jogos não têm uma versão de demonstração nem tão pouco se encontram disponíveis para venda, os jogos não foram testados na primeira pessoa, pelo que a análise tem um carácter superficial.

Como **características positivas**, no jogo *Recovery Rapid* destaca-se o fato de o percurso do rio onde se desenrola a narrativa do jogo ser personalizável, existindo um BackOffice onde o provedor de saúde pode desenhar o percurso para cada paciente. No caso do jogo *Rehabilitation Gaming System*, como aspeto positivo destaca-se o fato de que para além da reabilitação física, o jogo inclui um nível para ajudar a reabilitação da fala e da linguagem. Existe a possibilidade de o jogo ser *multiplayer*, possibilitando a cada jogador a interação com outra pessoa com dificuldades físicas e cognitivas semelhantes às suas (Ballester et al., 2015; Maung et al., 2014).

Como **ponto negativo** no jogo *Recovery Rapid*, destaca-se o problema de contraste, uma vez que, tendo em conta as dificuldades visuais do público em estudo, a escolha dos elementos visuais pode não ter sido a mais correta. Na representação 3D do rio é usada uma textura com reflexo, imitando a textura da água (Figura 19), o que poderá ser um constrangimento, tendo em conta que a retina de uma pessoa de 60 anos de idade recebe menos dois terços de luz do que a pupila de um jovem de 20 anos (Pak & McLaughlin, 2010). Pelo facto de o mesmo jogo se apresentar como uma alternativa à fisioterapia em contexto hospitalar a avaliação do progresso do paciente é feita de uma forma assíncrona, o paciente tem a obrigatoriedade de responder a um questionário, o que poderá ser um fator desmotivador visto que consiste em 13 perguntas diárias (Grechuta et al., 2014).

Importa salientar ainda que os dois jogos apresentam um ponto negativo em comum, dados os custos associados à aquisição das tecnologias que suportam a interação, nomeadamente o *Microsoft Kinect* e a luva inteligente.

No que se refere ao *Rehabilitation Gaming System*, o jogo ainda se encontra em fase de desenvolvimento, pelo que, não é possível aferir os custos associados à sua aquisição. No entanto os custos associados à aquisição do jogo *Recovery Rapids* sim, visto que é possível fazer uma reserva antecipada do jogo. A reserva antecipada contempla duas modalidades, a menos dispendiosa de 99.99\$ inclui um ano de subscrição do jogo bem como possíveis atualizações, não inclui hardware (Games That Move You, 2015b).

A modalidade mais dispendiosa de um total de 2 999.00\$ inclui para além do executável do jogo, inclui um computador (características técnicas não especificadas), com o sistema operativo Windows 10, e um *Microsoft Kinect* (Games That Move You, 2015a).

Tendo em conta as taxas de incidência do AVC, por idade (Truelsen et al., 2005), e tendo em conta, que em Portugal em cidadãos com mais de 65 anos, o valor médio anual das pensões de velhice, invalidez ou sobrevivência pagas pela segurança social, em 2013 eram cerca de 4.384,8€ por ano, ou seja aproximadamente 366€ por mês (PORDATA, 2013). Torna-se improvável a aquisição, parte de um cidadão português, um jogo com o mesmo tipo de tecnologia usado nos jogos analisados.

O jogo concetualizado para o *Leap Motion* e os jogos de realidade aumentada apresentam-se uma alternativa de baixo custo, no entanto no jogo com o *Leap Motion* o auxílio no tratamento dos doentes está limitado ao tratamento da motricidade fina.

No jogo de realidade aumentada, os movimentos não são medidos nem avaliados, sendo que a câmara apenas lê a marca, não lendo o braço do paciente. Por esta razão torna-se difícil uma correta avaliação do movimento do doente.

5. Investigação Empírica

A investigação empírica inclui a descrição dos trabalhos de duas etapas metodológicas, são elas o *Design e Desenvolvimento do Artefacto*, e a *Avaliação Empírica*.

As várias etapas do *Design e Desenvolvimento do Artefacto* são contextualizadas na seção 5.2, descrevendo a estratégia de design dos diferentes níveis que compõem o jogo concetualizado, a narrativa, e a navegação do sistema de jogo. Na seção 5.3 é descrita a estratégia de implementação digital do nível concetualizado, o primeiro nível do jogo denominado de *O homem pássaro*, assim como a concetualização e implementação do controlador do jogo.

Por fim, na seção 5.6 é descrito os vários instrumentos de recolha de dados utilizados na investigação.

5.1. Metodologia

Como já foi referido na Introdução deste documento, a metodologia adotada na investigação segue o método de Investigação de Desenvolvimento (Van den Akker, 1999).

Depois do cumprimento dos objetivos correspondentes à fase *Investigação preliminar*, onde foi feito um levantamento dos conceitos operatórios da investigação e realizada a análise do estado da arte, segue-se a fase do *Design e Desenvolvimento do Artefacto*.

Esta fase inclui dois grandes objetivos. O primeiro corresponde à concetualização de um jogo digital, na sua íntegra, com o objetivo de ser um apoio na recuperação de doentes vítimas de AVC, o segundo objetivo inclui a implementação digital do primeiro nível do jogo concetualizado, resultando numa demo funcional de forma a validar o conceito proposto.

De forma a validar os conceitos propostos na fase de *Design e desenvolvimento do artefacto*, e de acordo com a metodologia adotada, segue-se a *Avaliação Empírica*, onde são realizados testes de usabilidade do artefacto, sob a forma de uma *demo funcional*. A demo funcional é avaliada recorrendo a uma amostra de conveniência composta por fisioterapeutas e investigadores em fisioterapia.

Tabela 4 – Etapas metodológicas e objetivos da investigação

Etapas metodológicas	Objetivos da investigação
1. Investigação preliminar	1. Analisar o estado da arte 2. Levantamento de componentes técnicas e tecnológicas
2. Design e desenvolvimento do artefacto	3. Conceptualização de um jogo digital 4. Prototipagem
3. Avaliação Empírica	5. Avaliar o protótipo
4. Documentação análise e reflexão	6. Listar recomendações

5.2. Conceptualização do jogo

Como já foi referido aquando a descrição dos objetivos e no enquadramento metodológico, apesar de a investigação não incluir a implementação digital de um jogo completo, foram concetualizados todos os níveis de forma a mostrar o conceito de um jogo digital completo.

A conjugação de uma terapia como atividade de lazer parece um processo complexo. No entanto, os jogos, como forma de entretenimento multimodal, podem apresentar-se como uma ferramenta de reabilitação, justificado pela existência dos *serious games* e *exergames*, podendo assistir pacientes na conquista de objetivos, avaliando performances, por funcionarem como estimuladores de superação individual. Como são

exemplos os jogos citados na secção 3 do capítulo 4, que de forma a tirar conclusões para o presente estudo as suas características foram analisadas

5.2.1. Design de níveis

O jogo está dividido em 6 níveis, opção tomada para agilizar o desenvolvimento e implementação digital do jogo, bem como para evitar situações de tédio nos jogadores.

No início de cada jogo, são dadas instruções precisas ao jogador colocando em cena um braço virtual a executar os movimentos necessários para que o jogo seja completado com sucesso. A par dos elementos gráficos, as instruções são também narradas verbalmente de forma a aumentar a compreensão, e posterior memória seguindo as diretrizes da *Cognitive theory of Multimedia Learning* (Low et al., 2012), teoria descrita no capítulo 3, secção 2.

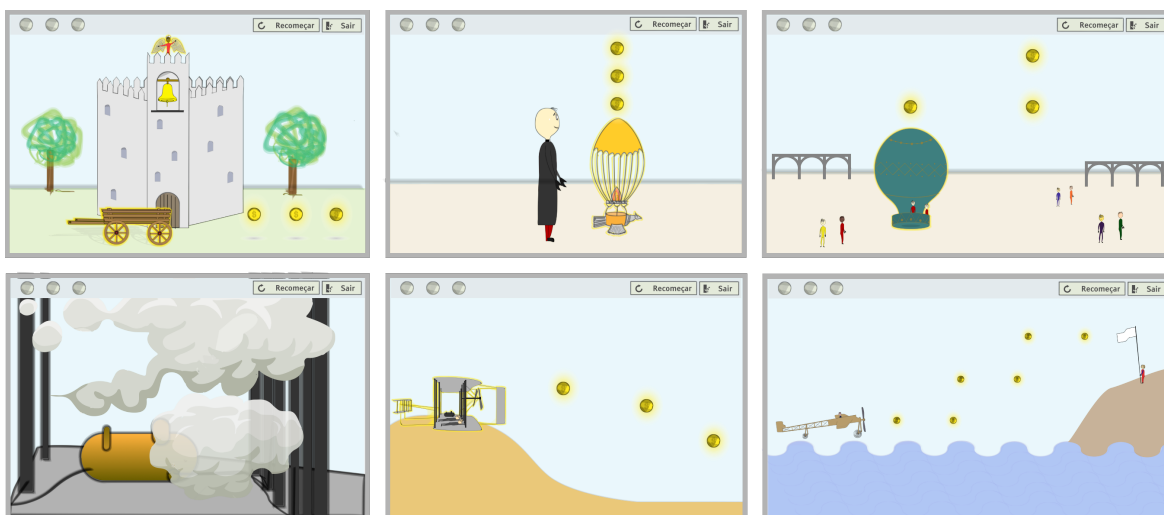


Figura 22 – Conceptualização dos níveis do jogo

De forma a introduzir aleatoriedade no sistema de jogo, para que o jogador se sinta motivado a jogar mais que uma vez o nível, ampliando assim os resultados terapêuticos, são introduzidos elementos aleatórios que aumentam a dificuldade do nível. Estes elementos correspondem a alterações de aspetos meteorológicos naturais como, chuva vento, ou relâmpagos. Estes aspetos aparecem apenas quando o jogador completa o nível com sucesso recolhendo todas as moedas, com a probabilidade de calhar estas situações de uma vez em cada três vezes jogadas.

5.2.2. Narrativa

De forma a motivar o jogador, tirando-o da realidade do dia-a-dia, o jogo concetualizado tem como tema a história da aviação, em particular as primeiras tentativas da humanidade em colocar objetos no ar. A escolha da narrativa está ligada com as preferências do público alvo que são indivíduos com mais de 55 anos, uma vez que o AVC ocorre com mais frequência acima desta faixa etária (Truelsen et al., 2005). De acordo com Costa & Veloso, 2016, este público prefere jogos de aventuras, com resolução de problemas, em situações de *player versus environment* em vez de situações *player versus player*, diretrizes seguidas na concetualização da narrativa.

O jogo concetualizado está dividido em seis níveis, cuja temática são episódios sobre os primórdios da aviação, isto é, uma viagem histórica às primeiras tentativas de colocar um ser humano a voar.

De forma a organizar o conteúdo para ser melhor compreendido pelo leitor, a concetualização da narrativa, que inclui as falas do narrador, assim como o objetivo e um guia visual para justificar o contexto, encontram-se sistematizadas nas Tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

Tabela 5 – Concetualização do tema do jogo: Página de abertura do jogo


Página de abertura do jogo	
Falas do Narrador	<p>O ser humano sempre sonhou em voar!</p> <p>E apesar das conceções atuais da aviação, nem sempre sonhamos na construção de máquinas voadoras e muito menos com a construção do Boing 747.</p> <p>Ao longo deste jogo é convidado a participar na história da aviação, desde o sonho inicial dos nossos antepassados que saltavam de torres até à primeira viagem de longa distância!</p> <p>Embarque neste desafio.</p>
Objetivo	Contextualizar o jogador acerca do tema do jogo
Guia Visual	

Tabela 6 - Concetualização da narrativa do nível 1: *O homem pássaro*

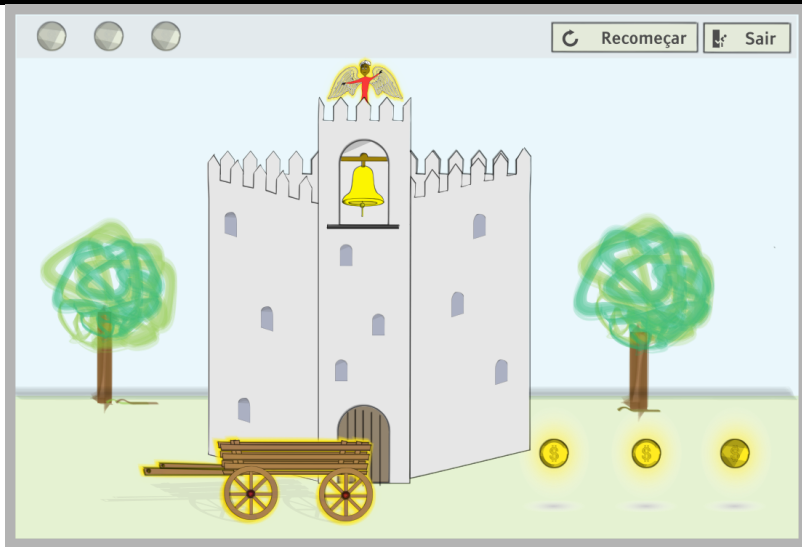
Nível 1 - O homem pássaro	
Falas do Narrador	<p>Abertura (no carregamento o nível):</p> <p>— As expectativas iniciais do ser humano eram imitar os pássaros, prendendo no corpo: asas!</p> <p>O caminho para o voo motorizado foi aberto por sonhadores excêntricos que corajosamente enfrentaram o ridículo e não temeram a dor!</p> <p>Na Europa medieval, o primeiro homem a saltar de uma torre na tentativa de voar foi <i>Armen Firman</i>, em 852, quando fez um salto em Cordona, Espanha</p> <p>Durante o jogo (no início):</p> <p>— Evite que o Sr. Arman morra devido à queda, posicionando a carroça em baixo da torre de forma a que ele caia em segurança.</p> <p>Não se esqueça de recolher as moedas brilhantes, elas dão pontuação extra!</p> <p>Depois de completar com sucesso o nível:</p> <p>— Primeiro desafio ultrapassado com sucesso!</p>
Objetivos do nível	<p>Posicionar a carroça em baixo da torre de forma a que o homem que salta caia em cima dela. De modo a receber mais pontos, o jogador deve mover a carroça para apanhar as moedas à direita do cenário.</p>
Concetualização	 <p>The screenshot shows a game window with a title bar containing three buttons: 'Recomeçar' (Restart) and 'Sair' (Exit). The game scene is a 2D illustration of a medieval tower with a bell. A cart is positioned in front of the tower. To the right of the tower, there are three gold coins on the ground. The background features two stylized green trees and a light blue sky.</p>

Tabela 7 – Concetualização da narrativa do nível 2: *A passarola*

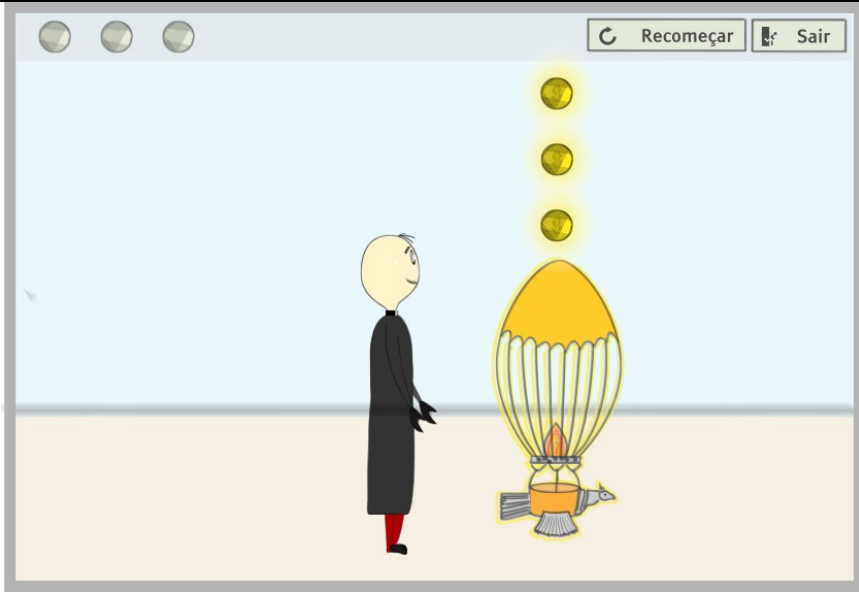
Nível 2 – A passarola	
Falas do Narrador	<p>Abertura (no carregamento do nível):</p> <p>— Cognominado de "padre voador", o padre Bartolomeu Gusmão é considerado um precursor da aeronáutica, sendo dos primeiros a provar a possibilidade de criar engenhos com capacidade para voar.</p> <p>Durante o jogo (no início):</p> <p>— Repita o movimento do Padre Bartolomeu.</p> <p>Depois de completar com sucesso o nível:</p> <p>— Impressionante! É possível voar!</p>
Objetivos do nível	<p>Fazer com que a passarola suba. Para esta subir é necessário que a chama arda, fazendo com que o ar dentro do balão fique mais leve que o ar fora do balão. Para a chama ficar mais forte o jogador deve abanar a mão como se estivesse a dar ar a uma fogueira.</p> <p>Os movimentos das mãos do padre devem imitar os movimentos da mão do jogador, fornecendo <i>feedback</i> visual.</p>
Guia Visual	

Tabela 8 – Concetualização da narrativa do nível 3: *O balão*

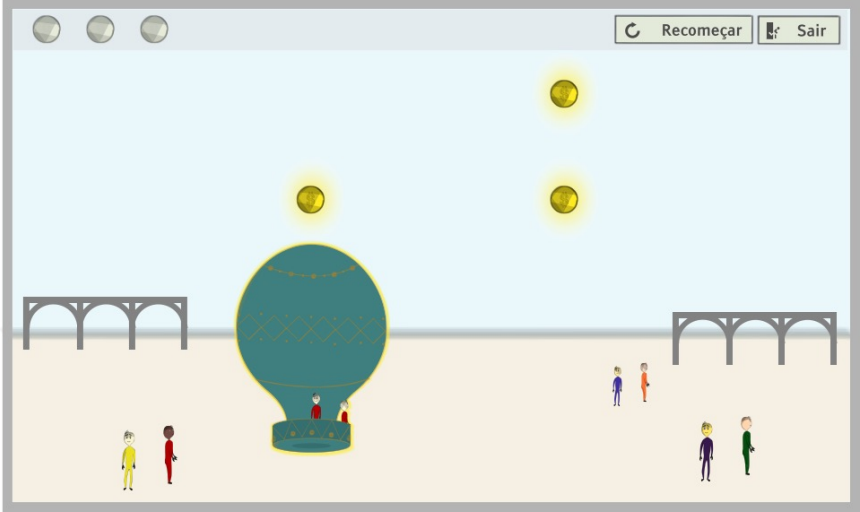
Nível 3 – O balão dos irmãos <i>Montgolfier</i>	
Falas do Narrador	<p>Abertura (no carregamento do nível):</p> <p>— Séculos passaram observando aves com admiração e inveja. Eventualmente, os seres humanos chegaram ao ar, no final do século XVIII, pelo meio de um balão!</p> <p>Em Junho de 1783, os irmãos <i>Montgolfier</i> conduziram a primeira exibição pública de um balão de ar quente.</p> <p>Durante o jogo (no início):</p> <p>— Guie o balão pelo ar de forma a evitar o choque com os pássaros</p> <p>Depois de completar com sucesso o nível:</p> <p>— Parabéns! Finalmente o primeiro voo tripulado!</p>
Objetivos do nível	<p>Guiar o balão de forma a apanhar as moedas, evitando chocar com os pássaros, uma vez que eles provocarão danos no balão.</p>
Guia Visual	

Tabela 9 – Concetualização da narrativa do nível 4: *Preparar!*

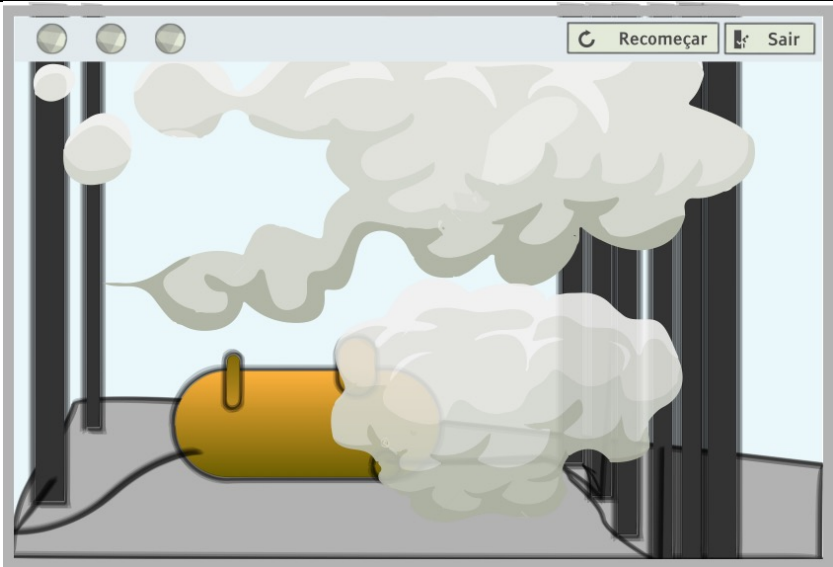
Nível 3 – Preparar!	
Falas do Narrador	<p>Abertura (no carregamento do nível):</p> <p>— Depois dos progressos científicos de ordem mecânica, é necessário um motor!</p> <p>Durante o jogo (no início):</p> <p>— Ops! Este motor não está bom, tente eliminar o fumo!</p> <p>Depois de completar com sucesso o nível:</p> <p>— Boa! Vamos tentar voar!</p>
Objetivos do nível	Melhorar a visibilidade do ambiente, afastando o fumo do motor.
Guia Visual	 <p>The image is a screenshot of a game interface. It shows a yellow cylindrical motor on a grey floor, emitting a large, thick cloud of white smoke that fills the upper half of the frame. The scene is enclosed in a window-like border with three small circles in the top-left corner. In the top-right corner, there are two buttons: 'Recomeçar' (Restart) with a circular arrow icon, and 'Sair' (Exit) with a door icon. The background is a light blue sky.</p>

Tabela 10 – Concetualização da narrativa do nível 5: 12 segundos

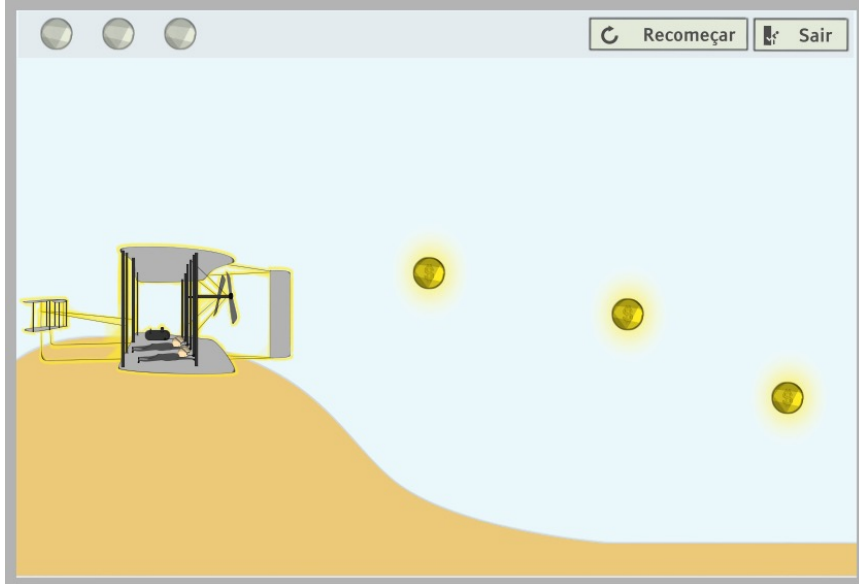
Nível 5– 12 segundos	
Falas do Narrador	<p>Abertura (no carregamento do nível):</p> <p>— Em 1903, os irmãos <i>Wright</i>, depois de algumas tentativas falhadas, realizaram com sucesso o primeiro voo.</p> <p>Durante o jogo (no início):</p> <p>— No entanto, por ser muito pesado, o avião voa com algumas dificuldades. Ajude o avião a manter-se no ar, erguendo o seu braço o máximo para cima.</p> <p>Depois de completar com sucesso o nível:</p> <p>— Foram apenas 12 segundos... Mas foi com certeza um voo!</p>
Objetivos do nível	Manter o avião no ar quando este vai a descer. Para isso, o jogador deve levantar a mão para cima.
Guia Visual	 <p>The screenshot shows a game window with a light blue sky and a yellow ground. On the left, a biplane is on a hill. Three yellow spheres are floating in the sky. The window has a title bar with three buttons: 'Recomeçar' (Restart) and 'Sair' (Exit).</p>

Tabela 11 – Concetualização da narrativa do nível 6: *Travessia do canal*

Nível 6 – Travessia do canal	
Falas do Narrador	<p>Abertura (no carregamento do nível):</p> <p>— Mais tarde, em 1909, <i>Louis Bleriot</i> executou aquela que é conhecida como a primeira grande viagem da história: a travessia do canal da mancha.</p> <p>Abertura (no carregamento o nível):</p> <p>— Preparado para enfrentar a grande viagem?</p> <p>Depois de completar com sucesso o nível:</p> <p>— Parabéns, a primeira grande viagem foi concluída com sucesso!</p>
Objetivos do nível	Fazer com que o avião chegue à costa, recolhendo as estrelas.
Guia Visual	

Como foi referido na seção anterior, de forma a adicionar aleatoriedade no sistema de jogo e prevenir o aborrecimento, se o jogador completar um nível de forma perfeita, são adicionados objetos de jogo de forma aleatória ao cenário. Esses objetos funcionam como inimigos e fazem aumentar o grau de dificuldade do nível.

5.2.3. Navegação

Tendo em conta o público, a interface deve ser simples, clara e de fácil compreensão. Deve recorrer a padrões de interação familiares e consistentes atendendo ao contexto de uso dos utilizadores.

O jogo PhysioFun é constituído por 5 páginas principais:

Menu principal onde o utilizador pode aceder ao menu do jogo, o seu progresso e às opções de jogo.

Menu jogar onde se pode aceder aos diferentes níveis disponíveis para jogar.

Progresso onde é possível ver os avanços alcançados no jogo.

Opções onde podem ser alterados parâmetros como o som, música e resolução de ecrã.

Página de jogo onde decorre a ação de jogo, podendo-se ainda recomeçar ou sair, voltando ao menu principal.

Uma vez concluído o jogo aparece automaticamente uma **janela de feedback** informando ao jogador se concluiu o jogo com sucesso, ou não, e informando-o da pontuação conseguida. Se o nível for concluído com sucesso, é permitido ao jogador avançar na história, podendo jogar o nível seguinte da hierarquia. Se, pelo contrario, o jogador não cumpriu os objetivos para progredir na história, só lhe será permitido recomeçar o nível.

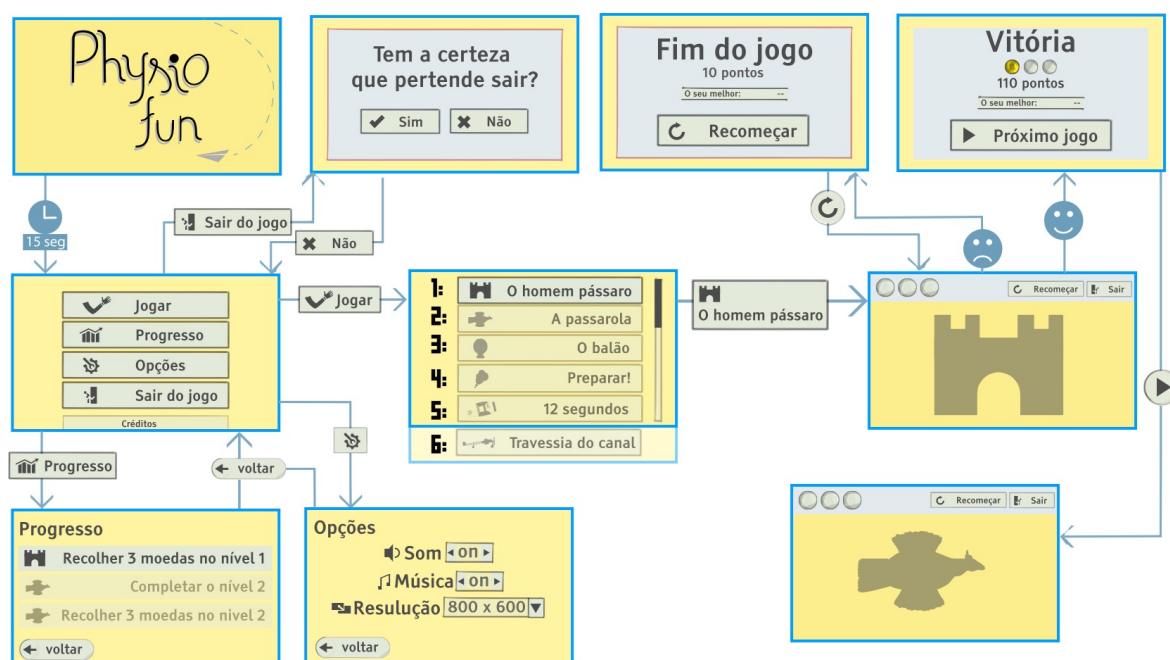


Figura 23 – Esquema explicativo da mapa de navegação do jogo

Para comunicar a informação textual nos menus, foi necessário ter em particular atenção à tipografia utilizada na comunicação de mensagens textuais. A seleção e utilização de um tipo de letra apropriado para leitura por utilizadores seniores em ecrãs é complexa. É importante ter conta fatores como: o tipo de letra, o estilo variante, o corpo, a entrelinha, o comprimento da linha ou a largura da coluna, a extensão ou agrupamento (*chunking*) das

unidades do texto. Fatores que não podem ser vistos isoladamente, pois estão todos relacionados (Amado & Fonseca, 2014).

A tipografia usada em todo os menus é a *Tiresias* por ser a tipografia encontrada com um melhor compromisso entre a qualidade técnica e qualidade formal, tendo sido testada em cidadãos seniores com dificuldades visuais (Silver, Gill, Sharville, Slater, & Martin, 1998; Arch, 2008).

Em todos os botões de todos menus cada ícone é acompanhado por informação textual de forma a aumentar a visibilidade eliminando possíveis dúvidas ao utilizador.



Figura 24 – Iconografia

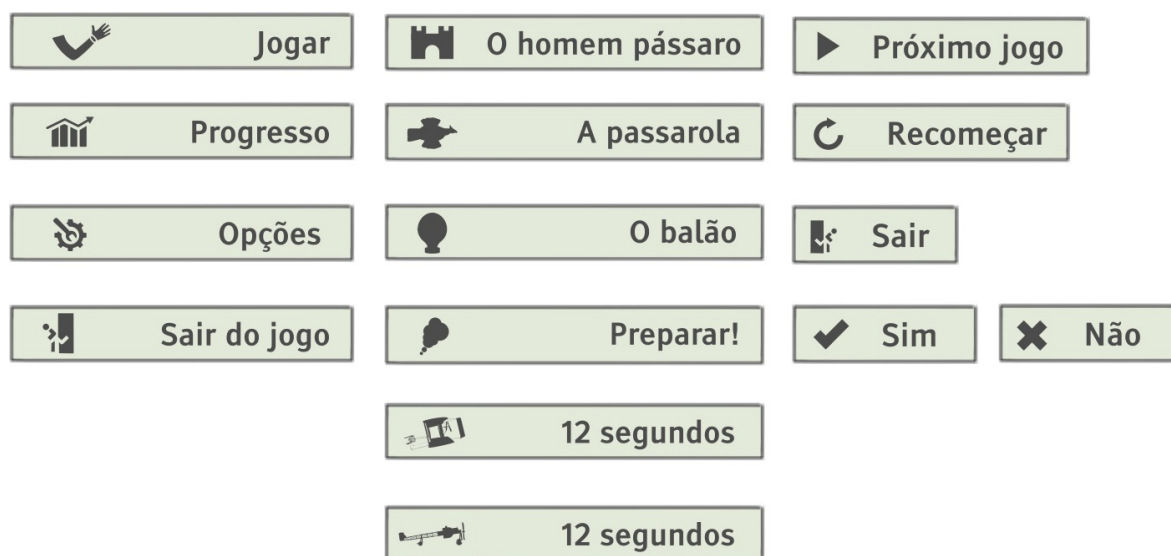


Figura 25 – Botões do jogo

Foi também desenhado um logo para o jogo, tornando-o identificável e distinto.

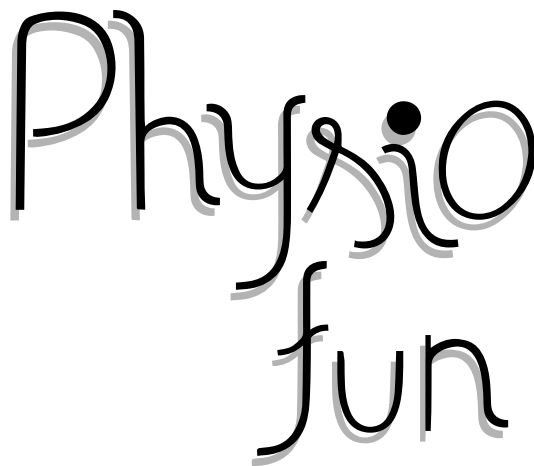


Figura 26 – Logo do *Physio fun game*

5.2.4 Gestos interativos

Para chegar aos gestos interativos incluídos no jogo, foi efetuado um conjunto de entrevistas exploratórias com fisioterapeutas, investigadores, e outros profissionais da área para estabelecer uma base para os objetivos da terapia e especificar as necessidades dos doentes vítimas de AVC.

Os níveis foram pensados por ordem de complexidade. O jogo inicia-se com movimentos mais simples, sendo a complexidade de execução de movimentos gradualmente aumentada para movimentos mais complexos.

O primeiro nível funciona como um nível de habituação, no qual é introduzido um desafio simples. Para que o jogador complete com sucesso o nível deve executar uma rotação externa do braço. O gesto presente no nível foi pensado tendo em conta a posição adquirida por doentes com músculos espásticos, obrigando-os a mover o braço, tirando-o de junto ao peito.

O nível é concluído com sucesso se o homem cair na carroça. No caso de ser um paciente com alguma autonomia e for capaz de executar a rotação interna e externa, consegue apanhar moedas, aumentando a pontuação. As moedas funcionam como bônus, sendo que o jogador não necessita obrigatoriamente de as apanhar.

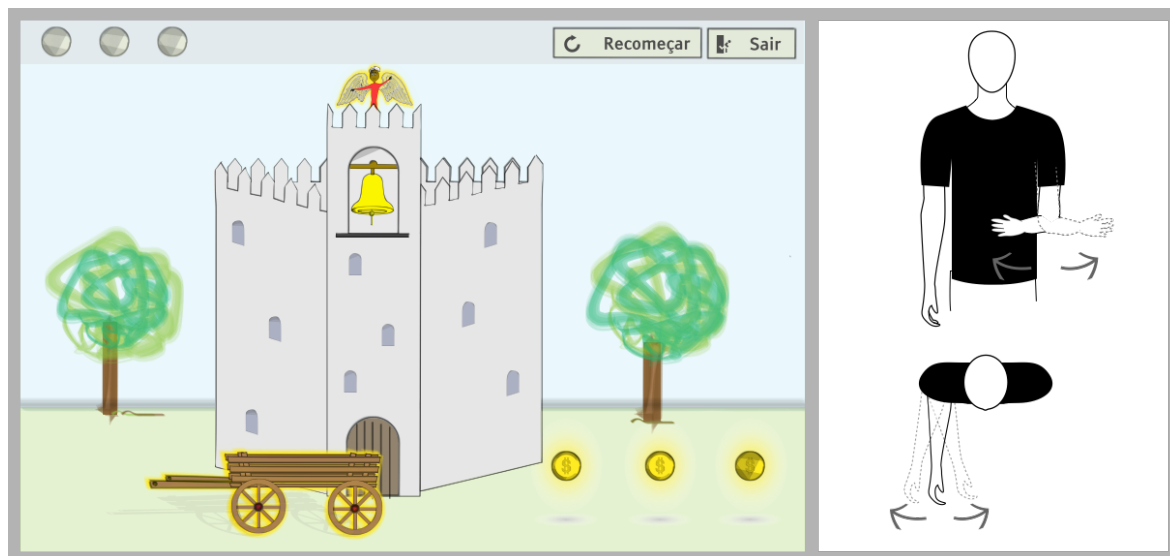


Figura 27 – Nível 1: rotação interna e externa

Já com o braço afastado do peito, uma vez que no primeiro nível do jogo teve que realizar um movimento horizontal, no nível 2 o jogador deve realizar um movimento vertical. Para completar o nível com sucesso, o jogador não precisa de apanhar todas as moedas, bastando levantar o objeto do chão.

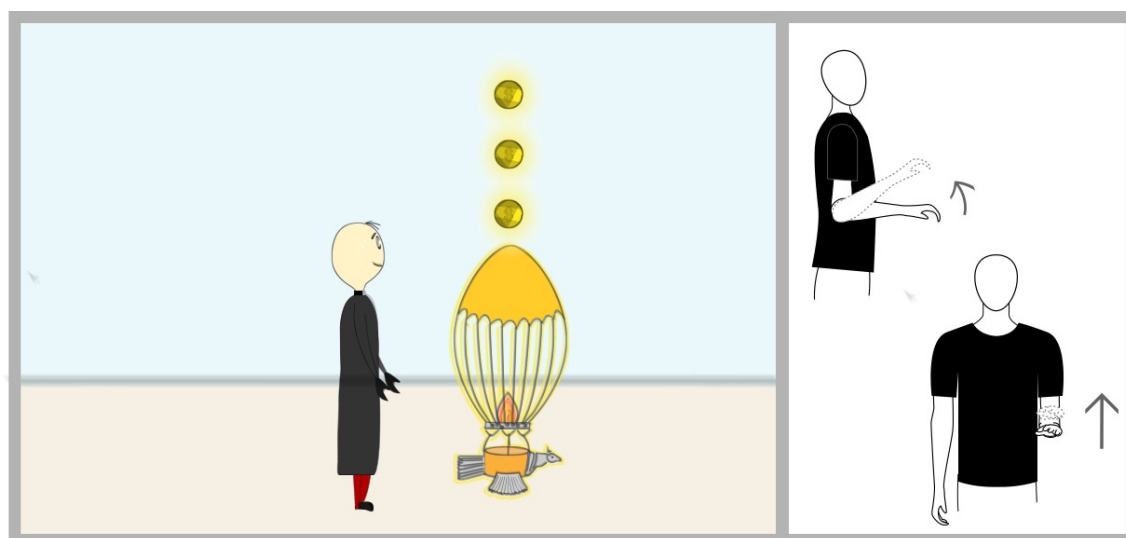


Figura 28 – Nível 2: flexão do cotovelo

O terceiro nível do jogo é uma combinação entre os dois movimentos correspondentes aos primeiros dois níveis de jogo. Mais uma vez, o jogador não tem que apanhar todas as moedas, bastando levantar o objeto do chão.

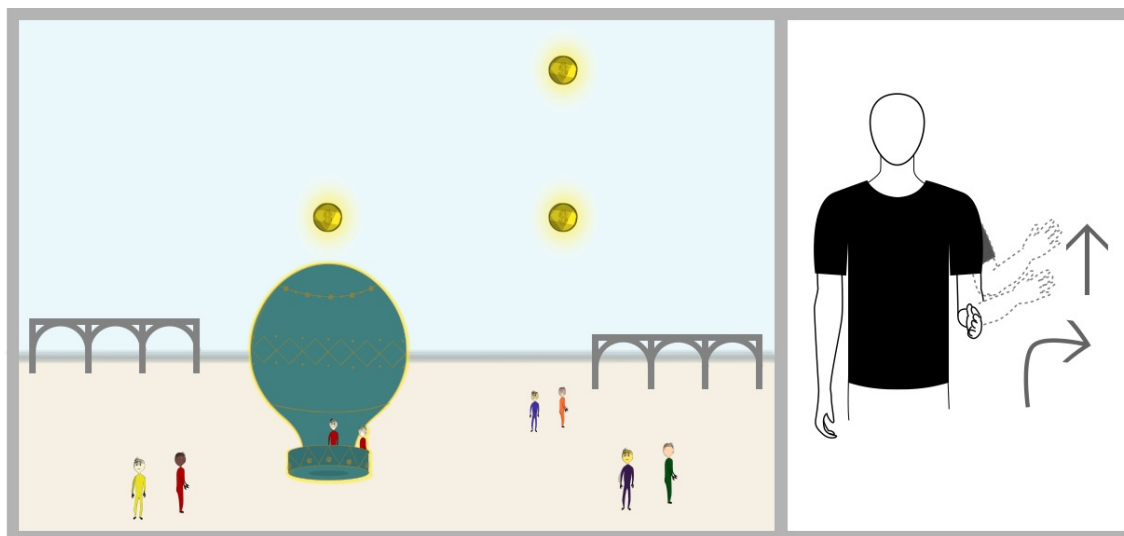


Figura 29 – Nível 3: Flexão do cotovelo com rotação externa do ombro

No nível 4 há uma mudança na mecânica. O movimento dos jogadores em vez de provocar uma transladação de um objeto de jogo, deve fazer dispersar o fumo que sai de um motor, imitando o gesto que uma pessoa faz na vida real, na presença de fumo.

Quando o jogador movimenta a mão há uma dispersão das partículas de fumo, assim como uma redução da sua opacidade. No entanto, para não dificultar a tarefa, não há um aumento de fumo para além daquele que surge inicialmente. O jogo termina assim que o jogador conseguir dispersar todo o fumo, ou seja, quando as partículas ficarem com uma opacidade nula.



Figura 30 – Nível 4: Flexão do cotovelo com supinação do antebraço

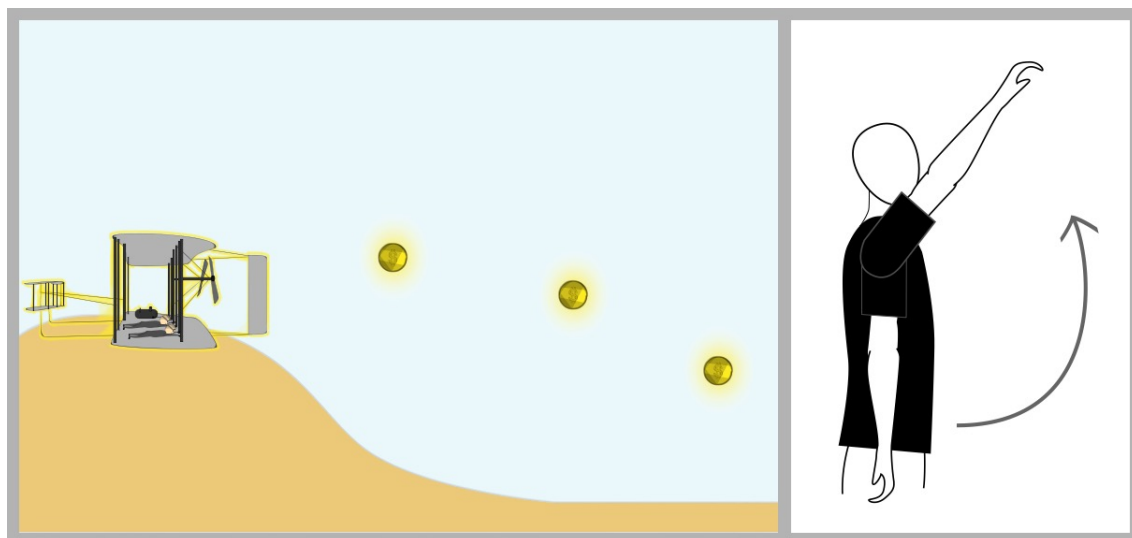


Figura 31 – Nível 5: flexão do ombro

No nível 5 há uma explicação do contexto histórico. Como o avião é muito pesado, este tem dificuldades em voar. O jogador completa com sucesso o jogo se conseguir levantar o braço a um nível superior ao ombro, fazendo o avião descolar. Quanto maior a velocidade de subida do pulso, maior a subida do avião. O jogo acaba assim que o avião aterrar.

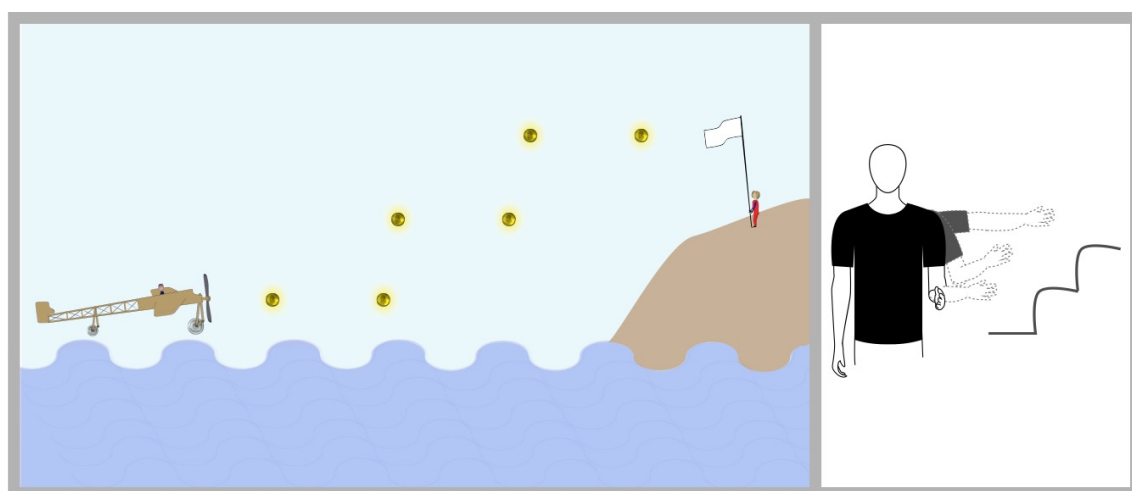


Figura 32 – Nível 6: flexão e abdução do ombro, com extensão do cotovelo

No último dos níveis de jogo, o capítulo com maior complexidade, existe uma junção dos movimentos anteriores. Para que complete o jogo com sucesso, o avião deve chegar à costa sem cair na água.

5.2.5. Feedback

Tendo em vista não só a motivação do jogador, mas a recuperação do mesmo, é imperativo que os movimentos sejam executados com segurança, evitando lesões. Com efeito, é necessário ter especial atenção a formas de fornecer *feedback* e pistas explícitas para que o controlo dos elementos do jogo por parte do jogador seja feito de uma forma eficaz (Norman, 2002 p.60; Saffer, 2013, p.224).

Para uma comunicação eficiente entre o Sistema de jogo e o jogador, o Sistema de jogo concetualizado recorre a cinco tipos de feedback:

Visual:

No sistema de navegação os botões possuem dois estados distintos: normal e pressionado.

A manipulação dos objetos interativos no cenário de jogo ocorre de forma síncrona à movimentação do controlador de jogo, isto é, quando o jogador move a pulseira, o objeto de jogo move-se de acordo.

Sonoro:

Alguns comportamentos do utilizador são acompanhados pela reprodução de sons. Sempre que o utilizador carrega num botão é reproduzido um som, assim como quando coleta moedas. Na janela de fim do jogo, dependendo se o resultado do nível for vitória ou derrota, o som produzido pelo sistema é diferente e adequado a cada uma das situações.

Além disso, os objetos de jogo possuem um som que reproduz as suas características físicas. No nível 1, o som produzido pela movimentação da carroça é o som de madeira a ranger. No nível 2, som da chama do balão de ar quente. No nível 3, sussurros da multidão. No nível 4, som do motor estragado. No nível 5, o som de um avião a levantar voo e no último nível barulho do mar.

O *feedback* sonoro apresenta-se ainda com uma importância mais elevada nas situações de jogo aleatórias, onde o jogador ouve o som de vento, chuva ou trovões.

Non Player Character feedback:

Este é o *feedback* fornecido por elementos que não são a personagem. Este tipo de feedback é de principal importância no primeiro nível para que o jogador entenda quando o homem vai saltar. Um exemplo deste tipo de *feedback* é visível na apresentação de caixas de diálogo com a narração e explicação do nível.

Reaction feedback:

O jogador controla os objetos de jogo em tempo real, sendo que os objetos resultam do input gestual do jogador.

Informative feedback:

Na cena de jogo há informação de quantas moedas o jogador recolheu. No final, o sistema dá informação acerca da pontuação. Se ganhar o jogo o jogador recebe dez pontos, se perder zero. A somar à pontuação, cada moeda apanhada vale 10 pontos. De forma a ter um elemento comparador, o jogador é informado da pontuação mais alta registada pelo sistema de jogo confrontando-o com um histórico das pontuações.

5.3. Desenvolvimento do Protótipo digital

Para testar o conceito do jogo conceptualizado, foi elaborada uma demo digital do primeiro nível jogo - *O homem pássaro*, bem como o sistema de navegação do sistema de jogo.

5.3.1. Implementação do sistema de jogo

A implementação seguiu a concetualização delineada, recorrendo à iconografia previamente desenhada e descrita na seção 5.2 do presente capítulo *Concetualização do jogo*.



Figura 33 – Página de abertura do jogo

Na página de abertura é visível o logo que informa o nome do jogo e identifica a marca. A opção de incluir o subtítulo “Pelos ares” justifica-se tendo em conta que a marca poderá expandir para outras narrativas, tornando-a uma marca abrangente e dinâmica.

Figura 34 – Menu principal do protótipo

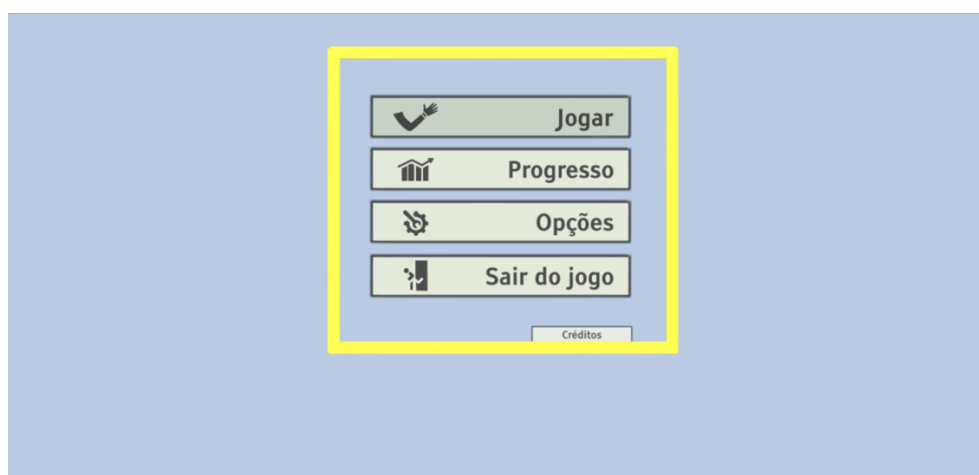


Figura 35 – Menu principal, comportamento do botão *Jogar* ao clicar

Foram atribuídos estados aos botões de forma a fornecer feedback visual. Ao ser pressionado, o botão fica mais escuro, diferenciando-se dos outros botões.

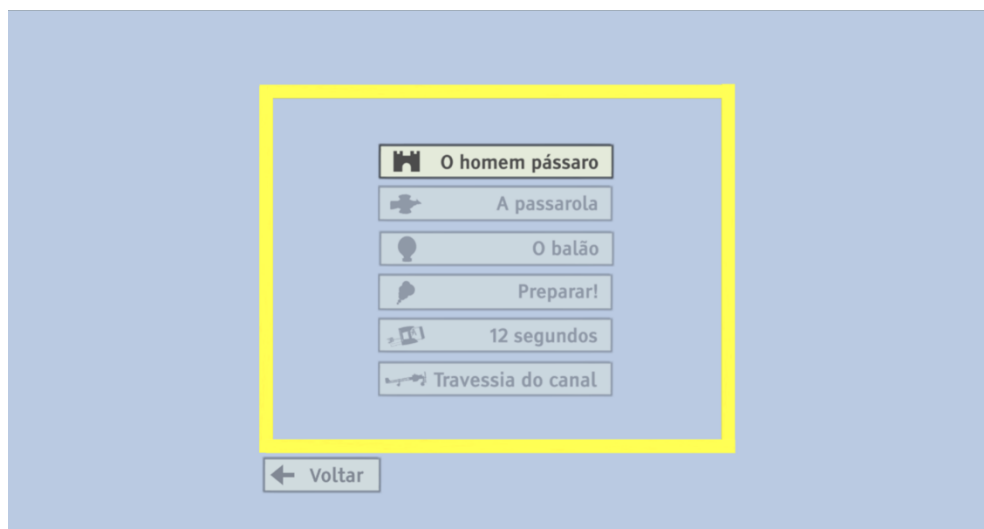


Figura 36 – Menu jogar, com o primeiro nível desbloqueado

No menu jogar, os níveis não desbloqueados pelo utilizador aparecem com uma opacidade de 50% em relação aos níveis desbloqueados. Um nível só é desbloqueado se o utilizador completar o nível anterior com sucesso.



Figura 37 – Ambiente de jogo *O homem pássaro*, com instruções iniciais para as ações que devem ser executadas

Uma vez que o tempo disponível para a implementação do jogo não foi suficiente, não foi possível implementar instruções visuais como um avatar a executar os movimentos necessários para que o jogador os copiasse, tal como fora previsto. Dado este facto, optou-se por incluir informação textual informando o jogador em relação aos objetivos.

Depois da mensagem que aparece na *Figura 37*, e depois do sistema dar tempo para que o jogador tenha a possibilidade de apanhar todas as moedas, é reproduzida a mensagem “Posicione a carroça de forma a salvar o homem”.

Por fim é reproduzida uma mensagem informando que a personagem, o homem que vemos em cima da torre na Figura 37, vai saltar a qualquer momento – *“Prepare-se, ele vai saltar a qualquer momento.”*



Figura 38 – Feedback do final do nível resultando numa derrota



Figura 39 – Feedback do final do nível resultando em vitória

O jogo termina com dois resultados possíveis, a derrota, ou a vitória, como mostram as Figuras 38 e 39.

5.3.2. Controlador do jogo

Uma vez que o propósito principal do jogo é ajudar a devolver a mobilidade do membro superior afetado a doentes vítimas de AVC, recorrendo a gestos interativos para manipular objetos em cena, a interface a ser utilizada é baseada num *input* de três dimensões.

Apesar de no mercado existirem atualmente soluções para capturar e guardar gestos humanos, como foi referido no capítulo 4, optou-se por conceptualizar um *wearable* que serve de controlador do jogo.

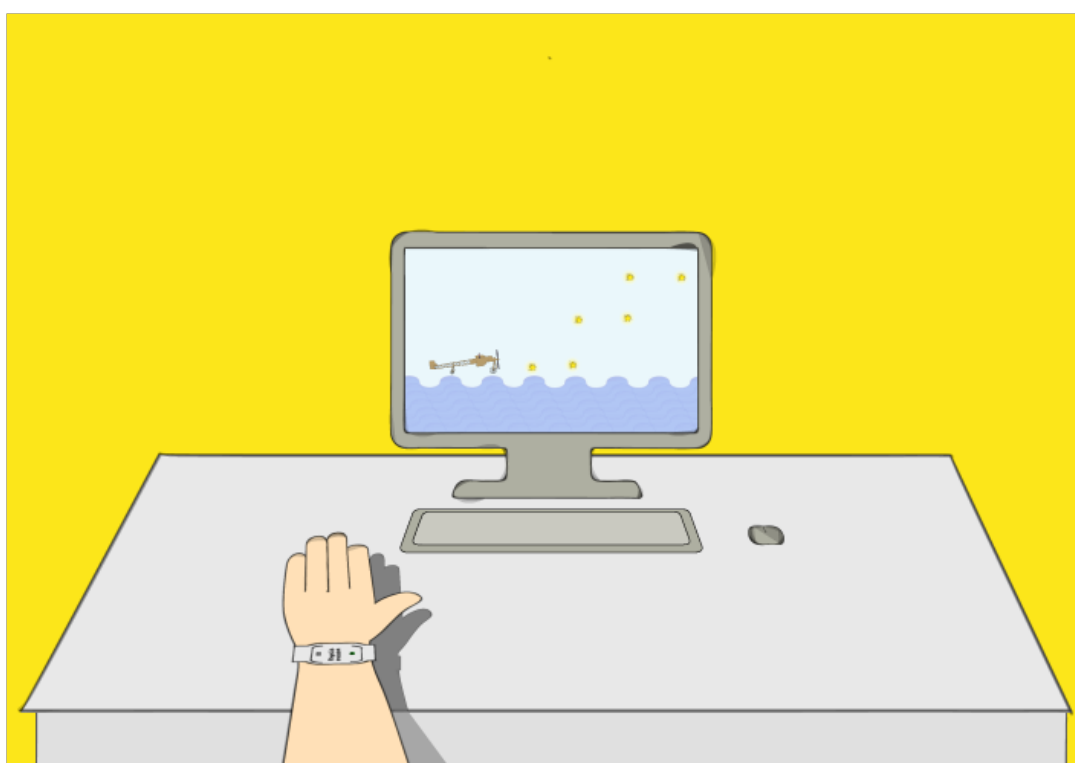


Figura 40 – Concetualização do modelo de interação

O *Microsoft Kinect*, apesar de dar provas de eficácia na captação da anatomia humana no espaço tridimensional, foi rejeitado devido ao seu custo (Microsoft Portugal, 2016). O *Leap Motion*, apesar de ter um custo inferior, foi rejeitado porque implica algum esforço por parte do utilizador para manter as mãos na área de deteção. O comando da consola *Wii* não se revela eficaz, uma vez que é importante manter a mão do paciente livre, dada espasticidade presente na mão dos doentes vítimas de AVC que os impossibilita de agarrar objetos.

Com o objetivo de tornar o controlador do jogo mais económico para um consumidor final, foi desenvolvido um controlador específico recorrendo ao microcontrolador *Genuino micro* e a um *Inercial Measurement Unit* (IMU).

Um IMU é um dispositivo eletrónico de baixo custo que mede e regista a força angular e o campo magnético em torno de um determinado corpo, recorrendo a um acelerómetro, um giroscópio e um magnetómetro. Atualmente, este tipo de sensores é utilizado na indústria aeronáutica e de forma massiva em drones. Existem também alguns projetos exploratórios que recorrem a esta tecnologia para medir dados biométricos, em particular para corrigir a postura de pacientes vítimas de AVC (Ding et al., 2013).

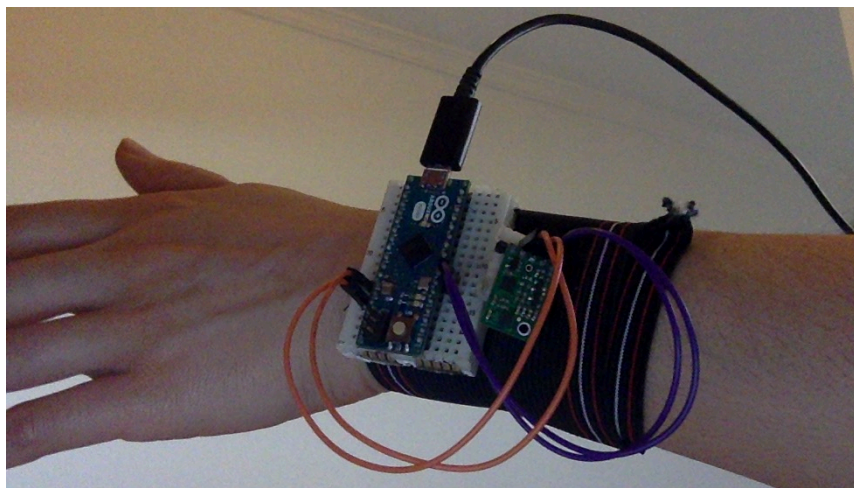


Figura 41 – Primeiro protótipo da pulseira que controla o jogo

Para sistematizar, tendo em conta as características de uma interface gestual, descritas no capítulo 3, secção 4, o sensor da interface é o IMU, o comparador o **Genuino** e o atuador o sistema de jogo. O Sistema composto pelo sensor e pelo atuador estão transformados numa pulseira que deve estar no pulso do braço afetado pelo AVC.

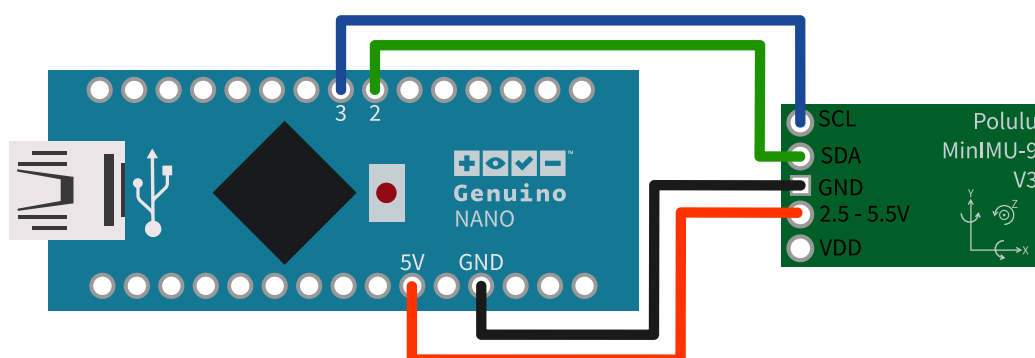


Figura 42 – Arquitetura da pulseira, controlador do sistema de jogo

5.3.3 Ferramentas de desenvolvimento

O protótipo digital do jogo foi produzido utilizando o *game engine Unity 3D*, versão 5, recorrendo à linguagem de programação C#.

Os objetos do jogo, modelos 3D, foram produzidos utilizando o software de modelação 3D Studio Max, tendo-se utilizado o Adobe Photoshop e o Adobe Illustrator para as texturas.

Recorreu-se também ao Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do Genuino para programar a leitura de valores do sensor que capta os movimentos do braço do jogador. Para fazer a comunicação entre o Genuino e o IMU recorreu-se às bibliotecas L3G (Pololu, 2015a) e LSM303 (Pololu, 2015b), e para que este devolva valores das rotações nos três eixos (yaw, pitch e rol), utilizou-se o programa disponibilizado pela marca do sensor (Pololu, 2016).

5.4. Análise do protótipo do jogo digital

A função terapêutica de um artefacto emerge da relação entre o paciente e o artefacto que medeia a terapia. Como resultado, o elemento quantificável mais importante do sistema terapêutico é o que ele consegue melhorar (Mader, Natkin, & Levieux, 2012). No caso do presente estudo, o artefacto potenciador de terapia é um jogo digital. No entanto, devido às limitações temporais do estudo não é possível averiguar se o artefacto proposto consegue melhorar, de facto, as condições de mobilidade de um doente vítima de AVC, sendo apenas possível testar a demo concetualizada com profissionais de saúde.

Apesar das limitações, é possível recorrer à literatura de forma a tentar entender se o conceito de jogo proposto tem potencial de se apresentar como um jogo terapêutico. Com o intuito de minimizar possíveis erros antes da avaliação com os profissionais de saúde, o sistema de jogo foi avaliado segundo o modelo proposto por Mader, Natkin, & Levieux (2012), uma ferramenta para a avaliação da coerência de jogos digitais que têm como objetivo o auxílio na terapia de uma determinada patologia.

Do ponto de vista da avaliação do sistema de jogo, o modelo de avaliação de jogos terapêuticos propõe os seguintes parâmetros, que têm patentes as subsequentes questões:

Sistema de input – Como o utilizador interage com o sistema de jogo?

Sistema de output – Como o sistema transmite a informação?

Objetivos – Há objetivos apetecíveis a curto, médio, e longo prazo?

Feedback – Como o sistema comunica com o jogador?

Pontuação – O que é que a pontuação simboliza?

Dificuldade – Como é que a dificuldade do nível é escolhida?

Variabilidade – O jogo propõe variedade de ações suficiente?

Usabilidade – Há tutoriais, explicações?

Resultados positivos esperados – O que é que o jogo proporciona ao jogador que não está patente na terapia no seu contexto tradicional?

De forma a sistematizar e organizar a informação, as respostas às perguntas para avaliar o jogo encontram-se organizadas na tabela 12.

Tabela 12 – Análise do jogo tendo em conta o modelo de avaliação dos jogos digitais terapêuticos (Mader et al., 2012)

Parâmetros	Características do jogo
Sistema de input	Para interagir com o sistema de jogo, o jogador usa a pulseira descrita no 5.3.1, objeto que funciona como controlador do jogo.
Sistema de output	O sistema transmite informação recorrendo aos vários tipos de <i>feedback</i> descritos na secção <i>Feedback</i> do presente documento.
Objetivos	Os objetivos de curto prazo são cumprir os objetivos mínimos para completar o jogo. Como objetivos a médio prazo tem-se completar na perfeição cada um dos níveis, apanhando moedas, de forma a desbloquear a aleatoriedade. A longo prazo tem-se como objetivo completar o jogo, ao conseguir reaprender e alcançar os movimentos perdidos.
Feedback	Para transmitir informação ao jogador o sistema faz uso de cinco tipos de <i>feedback</i> : Visual, Sonoro, NPC (<i>Non Player Character</i>) <i>feedback</i> , <i>Reaction feedback</i> , <i>Informative feedback</i> . Característica descrita com mais detalhe no 5.3.1.
Pontuação	A pontuação é dada tendo em conta o desfecho (vitória ou derrota) e as moedas que o jogador apanha, correspondentes à amplitude do movimento.
Dificuldade	Os movimentos presentes nos diferentes níveis foram desenhados por ordem ascendente de dificuldade. A complexidade do gesto usado na resolução dos níveis vai ficando mais complexo à medida que a narrativa avança. Adicionado a este facto, quando um jogador executa na perfeição um determinado nível, é inserida dificuldade nesse mesmo nível, sob a forma de obstáculos aleatórios.
Variabilidade	Em cada nível são propostos gestos diferenciados ligados a uma narrativa adequada aos movimentos.
Usabilidade	Os aspetos iconográficos foram desenhados tendo em conta o público alvo.
Resultados positivos esperados	O auxílio na recuperação de doentes vítimas de AVC, em contexto doméstico, como um artefacto terapêutico que proporciona entretenimento.

5.5. Caracterização da amostra de avaliação do protótipo

Para avaliar as potencialidades do jogo como auxílio na reabilitação, recorreu-se a uma amostra de conveniência composta por fisioterapeutas, de forma a testar a interação na demo funcional implementada. Esta opção foi tomada tendo em conta os constrangimentos logísticos já referidos e para verificar se realmente o protótipo tem potencialidades como meio terapêutico, tendo em vista o seu desenvolvimento e futuros testes com pacientes vítimas de AVC.

A descrição da amostra será baseada nas variáveis como a profissão, experiência com doentes vítimas de AVC (escala dicotómica, sim e não), prática com doentes vítimas de

AVC e, por último, a indicação terapêutica do fisioterapeuta para saber em que condições está na sua reabilitação.

5.6. Instrumentos de recolha de dados

No decorrer de uma investigação de desenvolvimento, é fundamental recolher dados fiáveis durante o processo de investigação empírica para que o produto pretendido vá de encontro à resolução do problema identificado, descrito na primeira parte do presente documento, e responda à pergunta de investigação

Nesta seção, apresenta-se um conjunto de instrumentos que foram usados nesta dissertação para recolher informações em diferentes fases.

5.6.1. Guião de entrevistas exploratórias

As entrevistas exploratórias decorreram na primeira fase metodológica (Identificar o problema) com o objetivo de enquadrar teoricamente a investigação e definir palavras chave a servir como ponto de partida da investigação, procurando-se entender a realidade dos doentes vítimas de AVC, do ponto de vista do tratamento da sua patologia.

Foram inquiridos dois fisioterapeutas, um deles investigador em movimento humano. Por uma questão de proximidade geográfica, em termos de logística, foram entrevistados dois alunos do 4º ano da licenciatura em Fisioterapia da Universidade de Aveiro.

As entrevistas decorreram entre os meses de Novembro e Dezembro do ano de 2015.

Tabela 13 – Resultados das entrevistas exploratórias com guião semiestruturado:

Questões	Respostas (Ideias-Chave)
Quais as técnicas de fisioterapia que recorrem para tratar doentes vítimas de AVC?	Bobath CI PNF
Quais são as principais dificuldades de um doente vítima de AVC?	Execução das atividades da vida diária Problemas de mobilidade Problemas de visão Problemas de fala Quadros de depressão
Existe algum <i>standard</i> para descrever e categorizar os diferentes estados clínicos de um doente vítima de AVC?	ICF core set – Listagem de problemas de doentes vítimas de AVC Escala de <i>Bathel</i> e MIF para avaliar os índices de funcionalidade dos pacientes
Que atividades recomendam, em contexto doméstico, a doentes vítima de AVC?	Exercitar o máximo o lado afetado pelo AVC
Conhece alguma aplicação digital para auxiliar a recuperação de doentes vítima de AVC?	SWORD HEALTH
Quais são os principais entraves a uma completa recuperação de um doente vítima de AVC?	- Adoção de uma postura incorreta nos primeiros dias após o acidente vascular cerebral. - Falta de tratamento intensivo nos primeiros dias / semanas após o acidente vascular cerebral.

No que diz respeito ao sistema *SWORD HEALTH*, depois de interrogadas vantagens e desvantagens do sistema, todos os participantes entrevistados mostraram-se reticentes quanto às vantagens do mesmo. Referindo que era um sistema demasiado mecânico, sem componente lúdica, que contribuía para a desmotivação do doente e facilitava a adoção de posturas incorretas.

5.6.2. Grelha de observação das sessões de fisioterapia

De forma a tentar compreender a realidade dos doentes vítima de AVC, foi realizada uma observação para compreender o contexto real da doença no centro de medicina de Reabilitação da Região Centro – Rovisco Pais (CRCRV), no dia 16 de fevereiro de 2016.

No dia da observação, encontravam-se 3 doentes no centro de reabilitação, em regime de ambulatório, e um fisioterapeuta responsável pelo tratamento dos três.

Os doentes apresentavam características diferentes entre eles, tanto no que diz respeito à autonomia na execução das tarefas, como no tempo em que passou entre a data da observação e a data do AVC.

No caso do primeiro doente, do sexo feminino, o AVC tinha ocorrido a 19 de Setembro de 2015. A doente apresentava pouca autonomia na execução de tarefas resultado da pouca mobilidade do lado direito (lado afetado pelo AVC), apresentando dificuldades na fala. Apresentava assimetrias na face, tendo o canto da boca descaído, e apresentava uma luxação no ombro. Esta doente, antes de entrar para o CRCRV, teve terapia em outros centros de reabilitação, uma semana num centro de reabilitação em Leiria e uma semana num centro de reabilitação em Coimbra.

O segundo doente, também do sexo feminino, cujo AVC tinha ocorrido a 19 de Outubro, conseguia andar, ainda que com ajuda e apresentava alguma mobilidade no braço afetado pelo AVC. A paciente conseguia fazer a maior parte das atividades da vida diária e falar sem problemas, apesar de se notar falta de simetria na face. Ainda que com ajuda, esta paciente conseguia andar, numa marcha pouco perfeita, arrastando o pé direito.

O terceiro doente, cujo AVC tinha ocorrido a 5 de Dezembro, era o paciente que apresentava menos dificuldades no que diz respeito à autonomia. Era o doente que apresentava uma marcha com menos imperfeições dos 3 e que falava com menos dificuldades. Aparentava também mais motivação para levar acabo a recuperação, referindo que tentava usar o mais possível os membros afetados pelo AVC na execução das tarefas domésticas.

Como o fisioterapeuta responsável não podia dar atenção a todos os doentes em simultâneo, enquanto se dedicava a um dos pacientes, os outros entretinham-se a enrolar ligaduras, de forma a manterem-se ocupados. O fisioterapeuta justificou a escolha por esta atividade pelo fato de ser uma atividade simples, não sujeita a perigo. Para além das atividades na sala de fisioterapia, foi referido que os doentes também praticam atividades na piscina. Devido à densidade da água, a piscina apresenta-se como um bom meio para redução do tônus muscular provocado pelos quadros de espasticidade e melhora o equilíbrio.

5.6.3. Guião de avaliação da *demo* implementada

De forma a verificar a pertinência da interação proposta no protótipo desenvolvido, foram elaborados testes com fisioterapeutas para a aferir eventuais problemas e benefícios da *demo* do jogo prototipada.

A avaliação do protótipo encontra-se dividida em 3 momentos. Um questionário pré-teste, em que o participante contextualiza a sua experiência profissional. Na segunda fase, o participante interage com o protótipo, descrevendo aquilo que está a ver e fazer, método denominado por *Think Aloud*. Numa terceira parte, os participantes responderam a um questionário pós-teste avaliando o protótipo testado. A avaliação ocorreu em ambiente

controlado numa sala na Escola Superior de Saúde de Aveiro (ESSUA), nos dias 27 de junho de 2016. O questionário foi elaborado e adaptado a partir do questionário proposto por Charles et al. (2014) para a avaliação de jogos para AVC com profissionais de saúde.

Para facilitar a categorização e organização da informação das perguntas usadas nos questionários da avaliação do protótipo, estas foram divididas por grupos:

A. Caracterização socioprofissional: corresponde às questões presentes no questionário pré-teste, e inclui a contextualização da experiência profissional, anos de experiência e experiência com doentes vítima de AVC.

B. Usabilidade do sistema: Grupo de questões pertencentes ao questionário pós teste, onde são validadas pelo participante dados observados aquando a interação do protótipo. Os parâmetros perguntados dizem respeito à verificação de cumprimento de princípios psicológicos de usabilidade como visibilidade, consistência, affordance, conceitos definidos na secção no *Design de interação*, capítulo 3, secção 1 do presente documento.

C. Pertinência do sistema: Grupo de questões pertencentes ao questionário pós-teste. Com estas questões pretende-se avaliar a pertinência do conceito de interação proposto tendo em conta a reabilitação de doentes vítimas de AVC.

D. Apreciação global do jogo: Grupo de questões pertencentes ao questionário pós teste, com perguntas de resposta aberta, de forma a dar liberdade ao participante de dar o seu parecer em relação a dados que lhe pareçam relevantes e possam ter sido passados despercebidos na entrevista.

Na entrevista com guião semiestruturado é solicitado ao participante para descrever o que está a ver e o que está a fazer. As perguntas subsequentes são elaboradas tendo em conta as declarações do participante.

Tabela 14 – Questões de enquadramento:

Tipo de questão	Questão	Possibilidades de resposta
A. Caracterização socioprofissional	A1: Qual é a sua ocupação?	Fisioterapeuta Terapeuta ocupacional Sou Investigador Outro
	A2: Quantos anos de experiência tem na área?	Escala dicotómica (sim / não)
	A3: Tem experiência na reabilitação de doentes vítimas de AVC?	Escala dicotómica (sim / não)
	A4: Quais são as opções que descrevem melhor a sua prática:	Interajo com doentes vítimas de AVC; Sou especialista em doentes vítimas de AVC; Tenho competências para tratar doentes vítima de AVC; Outra:
	A5: Já recomendou atividades domésticas a doentes vítimas de AVC?	Escala dicotómica (sim / não) Se a resposta for afirmativa: Quais?
	A6: Já recomendou jogos / aplicações digitais para ajudar a recuperação?	(pergunta de resposta livre)
	A7: Costuma jogar jogos digitais?	Escala dicotómica (sim / não)

Na resposta às questões apresentadas nas tabelas 14 e 15, os participantes respondem usando uma escala ordinal, escala de *Likert*, que tem o seguinte significado:

1. Discordo totalmente
2. Discordo parcialmente
3. Indiferente
4. Concordo parcialmente
5. Concordo totalmente

Tabela 15 – Questões pós-teste relacionadas com a usabilidade do sistema:

Tipo de questão	Questão	Possibilidades de resposta
B. Usabilidade do sistema	B1. Sinto que a interface é fácil de usar.	Escala de Likert (1-5)
	B2. Sinto que é fácil perceber o objetivo.	
	B3. Com a prática, sinto que a interface pode revelar-se fácil de usar.	
	B4. Entendi as tarefas propostas.	
	B5. O protótipo ilustra bem as funcionalidades.	

Tabela 16 – Questões pós-teste relacionadas com a pertinência do sistema:

Tipo de questão	Questão	Possibilidades de resposta
C. Pertinência do sistema	C1. O conteúdo proposto é adequado para doentes vítimas de AVC.	Escala de Likert (1-5)
	C2. O gesto usado na interação é adequado para doentes vítima de AVC.	
	C3. Recomendaria um jogo similar.	
	C4. Considero que o protótipo ilustra um bom conceito para auxiliar no tratamento de doentes vítimas de AVC.	
	C5. Consigo ver os benefícios do jogo para doentes vítimas de AVC.	
	C6. Sinto que os meus pacientes poderiam beneficiar de um sistema semelhante na clínica.	
	C7. Sinto que os meus pacientes poderiam beneficiar de um sistema semelhante em sua casa.	
	C8. O sistema poderia ser adoptado aos meus pacientes .	
	C9. Com um sistema como este, os meus pacientes teriam mais motivação para levar acabo um tratamento.	

Tabela 17 – Questões Pós teste relacionadas com a apreciação do sistema testado

Tipo de questão	Questão	Possibilidades de resposta
D. Apreciação global do jogo:	D1. As minhas principais críticas ao protótipo são:	Resposta aberta
	D2. As características que eu mais apreciei foram:	
	D3. Como adaptaria o protótipo de modo a poder ser utilizado por doentes vítimas de AVC?	

6. Apresentação, análise e discussão de resultados

A apresentação do desenvolvimento do produto segundo a metodologia adotada, investigação de desenvolvimento, permitiu a exposição dos resultados sucessivos, e contextualizados nos capítulos subsequentes. No entanto, devido à organização da investigação em várias fases é importante organizar e destacar os resultados obtidos em cada uma das fases, de forma a sistematizar a avaliação dos resultados para retirar conclusões.

6.1. Investigação preliminar

Na identificação do problema, teve-se como base as entrevistas exploratórias com fisioterapeutas, onde foi concluído que as sessões de fisioterapia, por si só, não são suficientes para ativar a plasticidade neural, ou seja, para que o cérebro de um doente vítima de AVC desenvolva novas conexões sinápticas. Assim, o doente tem uma grande responsabilidade no que toca à autodisciplina, de forma a que movimente o máximo possível o lado afetado pelo AVC. Esta tarefa, no entanto, não se revela fácil, não só pela falta de motivação na execução das tarefas propostas como pelos constrangimentos causados pela hemiplegia, espasticidade e quadros de depressão (Aström, 1996).

Como principal resultado desta fase tem-se as conclusões tiradas com a análise do estado da arte, que permitiu contextualizar a investigação já realizada na área, tirando ensinamentos úteis.

6.2. Design e desenvolvimento do artefacto

Tomando em atenção o pouco tempo disponível para a realização de uma dissertação de mestrado, nesta fase foi decidido que se iria concetualizar um jogo na sua íntegra, combinando movimentos fisioterapêuticos com uma narrativa que tem em conta as preferências do público em estudo. O conceito proposto na concetualização é validado com a implementação do primeiro nível (*O homem pássaro*).

Concluindo-se que a repetição de movimentos, por si só, não representa uma estratégia suficiente no que diz respeito à motivação do paciente, adicionou-se uma camada lúdica no jogo, sob a forma de uma narrativa, com o intuito de retirar o doente da sua realidade mais imediata.

A narrativa baseou-se nos gostos e preferências do público alvo (L. V. Costa & Veloso, 2016). Os movimentos foram desenhados por ordem de complexidade e adaptados ao contexto do ambiente de jogo.

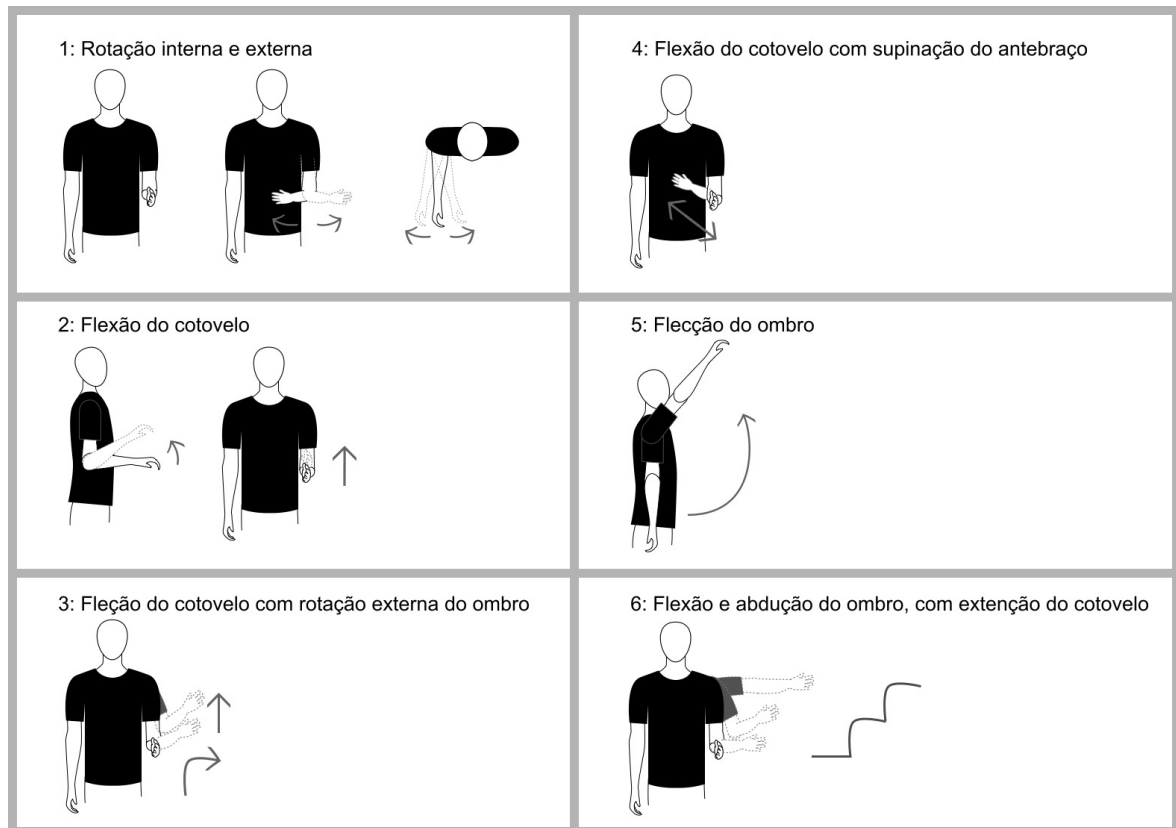


Figura 43 – Lista de movimentos a incluir no jogo concetualizado

Como principal resultado tem-se o desenho da terapia, baseado nos movimentos concetualizados com base em conta entrevistas exploratórias.

6.3. Avaliação Empírica

De forma a testar o conceito de interação proposto, foram realizados testes de usabilidade com fisioterapeutas, avaliando empiricamente o protótipo de acordo com as métricas definidas na metodologia. São elas: a pertinência do artefacto tendo em conta o contexto dos doentes vítimas de AVC, a pertinência do artefacto tendo em conta o contexto do apoio fisioterapêutico disponibilizado atualmente em Portugal, a utilidade do artefacto para doentes vítimas de AVC e as potencialidades terapêuticas do artefacto.

A escolha de fisioterapeutas justifica-se por dificuldades de ordem logística, não estando disponíveis, no espaço temporal pretendido, doentes para fazer a avaliação.

As perguntas contextualizadas, no capítulo anterior, secção 5.6.3 (Guião de avaliação da *demo* implementada), são respondidas nas tabelas 17, 18, 19 e 20, em que cada participante (P) é identificado com um número identificador. Cada uma das linhas da tabela corresponde à resposta de P a cada pergunta colocada.

Tabela 18 – Respostas às questões de enquadramento:

P	A1.	A2.	A3. .	A4.	A5.	A6	A7.
1	Fisioterapeuta, Investigador	25 anos	Sim	Interajo com doentes vítima de AVC todos os dias. Sou especialista em doentes vítimas de AVC.	Sim	Não	Não
2	Fisioterapeuta	10 anos	Sim	Interajo com crianças com AVC pré e pós Natal.	Não	Não	Não
3	Fisioterapeuta	8 anos	Sim	Tenho competências para tratar doentes vítimas de AVC. No entanto, não lido com estes pacientes todos os dias.	Sim	Não	Sim
4	Fisioterapeuta	9 anos	Sim	Tenho competências para tratar doentes vítimas de AVC. No entanto, não lido com estes pacientes todos os dias.	Sim	Não	Sim
5	Fisioterapeuta, Investigador	20 anos	Não	Tenho competências para tratar doentes vítimas de AVC. No entanto, não lido com estes pacientes todos os dias.	Não	Não	Sim
6	Fisioterapeuta	15 anos	Não	Sou professor universitário.	Não	Não	Sim
7	Fisioterapeuta	33 anos	Sim	Interajo com doentes vítimas de AVC todos os dias.	Sim	Sim	Não
8	Fisioterapeuta	7 anos	Sim	Interajo com doentes vítimas de AVC todos os dias.	Sim	Não	Não

Legenda:

A1: Qual é a sua ocupação?

A2: Quantos anos de experiência tem na área?

A3: Tem experiência na reabilitação de doentes vítimas de AVC?

A4: Quais são as opções que descrevem melhor a sua prática?

A5: Já recomendou atividades domésticas a doentes vítimas de AVC?

A6: Já recomendou jogos / aplicações digitais para ajudar a recuperação?

A7: Costuma jogar jogos digitais?

A amostra é composta na sua maioria por fisioterapeutas, sendo que dois dos inquiridos dividem a sua atividade profissional entre a fisioterapia e a Investigação em Movimento Humano. Todos os inquiridos mostravam ter conhecimento acerca da problemática do AVC e das respetivas repercussões que este representa na vida de um indivíduo. Apenas dois dos inquiridos indicaram não ter experiência na recuperação de doentes vítimas de AVC. Como referido na problemática da investigação, as sessões de fisioterapia revelam-se insuficientes para uma recuperação efetiva, sendo que a literatura indica que é comum os profissionais de saúde recomendarem atividades diárias, em contexto doméstico, de forma a colmatar esta falha. À pergunta 5, *Já recomendou atividades domésticas a doentes vítimas de AVC* (A5), 5 dos 8 participantes responderam afirmativamente, confirmando essa tendência. De entre as atividades recomendadas, estavam atividades da vida diária como caminhar, subir e descer escadas e vestir-se sozinho. Um participante respondeu que estimulava os seus pacientes a aplicarem diretrizes da CI, ou seja, restrição do membro não afetado pelo AVC e estimulação do membro afetado. Apenas um inquirido respondeu que usava jogos eletrónicos no auxílio de doentes vítimas de AVC, referindo que no consultório há uma *Wii com os jogos Wii Sports* e que alguns dos pacientes interagem com este artefacto digital. Apesar disso, do ponto de vista do Fisioterapeuta, os jogos desta consola não são muito adequados para os pacientes, sendo que o comando apresenta-se como o maior entravo, pois devido aos músculos espáticos o doente tem tendência a agarrar com demasiada força o comando aumentando dessa forma a espasticidade.

Tabela 19 – Resumo das respostas obtidas nas questões *Usabilidade do sistema*:

P	B1.	B2.	B3.	B4	B5
1	4	5	5	4	4
2	4	4	5	5	4
3	4	4	5	2	3
4	2	4	2	4	3
5	4	4	5	5	4
6	2	2	2	4	4
7	4	2	4	4	2
8	2	4	4	4	3
Média hipotética:	3,25	3,625	4	4	3,375
Desvio padrão	1,0	1,1	1,3	0,9	0,7
Amplitude interquartil	2	0,5	1,5	0,25	1

Legenda:

- B1.** Sinto que a interface é fácil de usar.
- B2.** Sinto que é fácil perceber o objetivo.
- B3.** Com a prática, sinto que a interface pode revelar-se fácil de usar.
- B4.** Entendi as tarefas propostas.
- B5.** O protótipo ilustra bem as funcionalidades.

Apesar da maior parte dos participantes ter percebido as tarefas propostas e sentirem que a interface pode revelar-se fácil de usar, nota-se uma pior média nas respostas às perguntas B1 (Sinto que a interface é fácil de usar), B2 (Sinto que é fácil perceber o objetivo) e B5 (O protótipo ilustra bem as funcionalidades). Apesar de apresentarem medias baixas, a média hipotética de respostas nunca chega a 2

Tabela 20 – Respostas às questões correspondentes ao tema pertinência do sistema:

P	C1.	C2.	C3.	C4	C5	C6	C7	C8	C9
1	5	5	5	5	4	4	5	4	5
2	3	4	3	4	4	4	4	4	4
3	5	1	4	4	4	5	5	5	5
4	2	3	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
6	5	5	3	4	4	3	3	3	3
7	3	4	2	3	4	4	4	4	4
8	2	3	4	3	4	4	4	4	3
Média hipotética:	3,625	3,625	3,625	3,875	4	4	4,125	4	4,125
Desvio padrão	1,3	1,3	0,9	0,6	0	0,5	0,6	0,5	0,8
Amplitude interquartil	2,25	0,25	1	0,25	0	0	0,25	0	0,25

Legenda:

- C1.** O conteúdo proposto é adequado para doentes vítimas de AVC.
- C2.** O gesto usado na interação é adequado para doentes vítimas de AVC.
- C3.** Recomendaria um jogo similar.
- C4.** Acho que o protótipo ilustra um bom conceito para auxiliar no tratamento de doentes vítimas de AVC.
- C5.** Consigo ver os benefícios do jogo para doentes vítimas de AVC
- C6.** Sinto que os meus pacientes poderiam beneficiar de um sistema semelhante na clínica
- C7.** Sinto que os meus pacientes poderiam beneficiar de um sistema semelhante em sua casa
- C8.** O sistema poderia ser adotado aos meus pacientes
- C9.** Com um sistema como este, os meus pacientes teriam mais motivação para levar acabo um tratamento

No que diz respeito à pertinência do sistema tendo em conta o público alvo, todos os inquiridos conseguem ver vantagens do sistema proposto (C5), sendo que nenhuma das questões apresenta uma média de respostas inferior a 3.

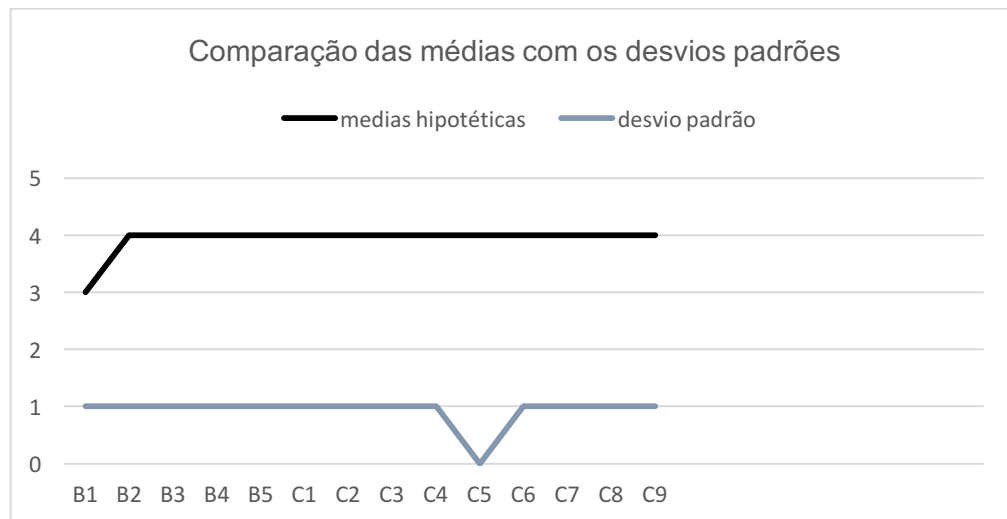


Figura 44 – Gráfico do resumo das respostas às questões ao grupo de questões B e C

Na Figura 44 podemos ver a média das respostas dadas confrontada com o desvio padrão em cada uma delas, verificando que no geral o sistema apresenta unanimidade nas respostas dadas.

Tabela 21 – Respostas às questões de resposta aberta correspondentes à apreciação do sistema

P	D1.	D2.	D3.
1	Latência no jogo	Não responde	Aumentaria o tempo de espera, entre as ações de jogo
2	Não responde	Não responde	Não responde
3	Latência no jogo	Interatividade	Colocaria outros padrões de movimentos, incluindo movimentos mais complexos
4	Deveria ter uma instrução visual antes de começar o jogo	O objetivo do jogo	Não responde
5	Latência no jogo;	Facilidade de compreensão da tarefa	A posição do tronco deveria ser integrado no sistema.
6	Latência no jogo	O grafismo	Um outro movimento
7	Latência no jogo	Não responde	
8	O design não sei se será adequado mais para homens do que para mulheres	Ser uma interface digital	A interface deve ter em atenção possíveis compensações que o utente faz para conseguir executar o movimento - ombro

Legenda:

D1. As minhas principais críticas ao protótipo são:

D2. As características que eu mais apreciei foram

D3. Como adaptaria o protótipo de modo a poder ser utilizado por doentes vítimas de AVC?

Os principais problemas detetados e documentados pelos fisioterapeutas são a latência presente entre a comunicação da pulseira e o sistema do jogo, sendo que no início do jogo, o *feedback* do movimento demora cerca de 2 segundos. Quanto a aspetos positivos, destacam a interatividade e o facto do objeto proposto ser uma interface digital. Como sugestões de melhoria, um dos participantes referiu que a latência presente no jogo teria que ser solucionada e um participante referiu que colocaria outros padrões de movimentos, incluindo movimentos mais complexos. Dois participantes referem que a posição do tronco deveria ser lida pelo sistema, sendo que um deles justifica esta sugestão pelo facto de o doente vítima de AVC poder executar movimentos de compensação para conseguir executar os movimentos pedidos.

Por fim, o sistema apresenta uma interação pertinente, mas a usabilidade do mesmo necessita de ser melhorada, através da inserção instruções mais precisas, memoráveis e inequívocas.

6.4. Documentação análise e reflexão

As principais conclusões retiradas da avaliação da demo prototipada por fisioterapeutas e investigadores em fisioterapia são que o protótipo implementado apresenta vantagens para o auxílio do tratamento em doentes vítimas de AVC. No entanto, apresenta aspetos de usabilidade que necessitam de ser melhorados antes de um novo teste com doentes vítimas de AVC, sendo crucial documentar as conclusões retiradas e voltar à segunda fase da metodologia, *Design e desenvolvimento do artefacto*, numa nova iteração.

Como principal objetivo desta fase metodológica, destaca-se a listagem de recomendações para jogos com o intuito de serem um auxílio na reabilitação de doentes vítimas de AVC. Esta listagem de recomendações tem por base as conclusões tiradas nas etapas metodológicas precedentes.

Como primeira recomendação, tem-se a meta de ser um sistema de baixo custo, dada a realidade social dos doentes (PORDATA, 2013).

O sistema deve-se adequar ao público para o qual é destinado e ter em conta os aspetos físicos e cognitivos do mesmo: dificuldades visuais, auditivas, físicas e o declínio da memória episódica (Fonseca et al., 2014; Pak & McLaughlin, 2010; Wingfield et al., 2005)

A navegação do sistema deve ser simples, com botões com funções claras e inequívocas (Amado & Fonseca, 2014).

O sistema deve fornecer feedback sonoro e visual, com o objetivo de aumentar a probabilidade de memória das ações (Mayer & Moreno, 2003).

Devem ser inseridos objetivos de curto, médio e longo prazo de forma a manter o jogador motivado (Mader et al., 2012).

Os elementos do jogo devem ter um alto contraste, principalmente os objetos de jogo decisivos correspondentes a tomadas de decisões (Pak & McLaughlin, 2010).

O sistema de jogo deve ter variabilidade, de forma a que o jogador esteja motivado (Mader et al., 2012).

O sistema deve dar informações visuais precisas em relação ao movimento a ser executado de forma a evitar lesões.

De forma a divulgar os resultados obtidos, cumprindo os objetivos da ultima etapa metodológica, para além da publicação do presente documento é publicado um artigo que sistematiza o processo da presente investigação na *Special Track Digital Games in Assistive Environments* (International Conference on Technology and Innovation in Sports)

Conclusões

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões da investigação desenvolvida.

Na seção de comentários finais, são confrontadas as fases da investigação com os objetivos propostos, de forma a responder às perguntas de investigação formuladas no início da investigação.

Na seção *Problemas técnicos* são dados a conhecer problemas que limitaram de alguma forma os resultados da investigação. Por fim, é feita uma reflexão sobre as limitações do estudo e as perspetivas de trabalho futuro identificadas no decorrer desta investigação.

Comentários finais

No presente capítulo, que encerra esta dissertação, confronta-se os resultados obtidos e os objetivos estipulados no início desta dissertação, no sentido de retirar conclusões.

Na primeira fase da investigação, *Investigação preliminar*, tinha-se como objetivos principais a análise do estado da arte em jogos para a reabilitação de doentes vítimas de AVC e o levantamento das componentes técnicas e tecnológicas necessárias para implementar um jogo desta natureza.

De forma a cumprir o primeiro objetivo proposto foram analisadas referências bibliográficas sobre as diferentes áreas científicas patentes na investigação, o que permitiu tomar conhecimento dos trabalhos e investigações realizados até à presente data. Procedeu-se a uma análise documental que é retratada nos primeiros quatro capítulos, referentes ao enquadramento teórico. Nestes capítulos, encontram-se definidos conceitos chave como AVC e fisioterapia, bem como uma visão geral acerca do envelhecimento e conceitos de sénior e envelhecimento ativo. É também dada uma contextualização acerca das limitações que ocorrem no processo de envelhecimento, com enfoque em aspetos cognitivos como a memória e a atenção, sem perder o foco da principal problemática que é o AVC.

Tendo em conta o desenvolvimento de um jogo digital adequado ao público alvo, foi necessário estudar os conceitos de interação homem computador, interfaces 3D, usabilidade e acessibilidade, jogos digitais e gamificação. Esta fase foi fundamental para perceber as componentes técnicas e tecnológicas, assim como os princípios psicológicos fundamentais, necessários à concetualização do jogo e implementação da demo desenvolvida na segunda etapa da investigação.

A análise dos conceitos enumerados permitiu perceber que um jogo digital deve ser pensado na sua conceção para quem se destina e ser adaptado a esse público, tendo em conta as características físicas e psicológicas do mesmo.

A fase 2 da investigação, *Design e desenvolvimento do artefacto*, tinha como objetivos a concetualização de um jogo digital na sua íntegra e a prototipagem de uma demo funcional correspondente ao primeiro nível do jogo. Tendo como ponto de partida a metodologia de investigação de desenvolvimento, esta fase centrou-se na concetualização de um jogo digital na sua íntegra e na proposta de um modelo de interação para o mesmo. Foram realizadas entrevistas exploratórias e uma observação no CRCRP, possibilitando uma melhor perceção dos problemas de saúde associados a doentes vítimas de AVC, o que permitiu adequar o jogo concetualizado ao público alvo. Tanto nas entrevistas como nas observações, foram utilizados guiões, descritos nas secções 5.6.2 e 5.6.3, que permitiram a seleção e categorização da informação recolhida. As entrevistas e observações foram fundamentais à concetualização dos movimentos a incluir no jogo digital.

Uma vez delineados os movimentos, procedeu-se à adequação de uma narrativa, descrita na secção 5.2.2. Com o jogo concetualizado na sua íntegra, que inclui a concetualização de toda a interface gráfica e do controlador para o jogo, foi realizada a implementação digital do primeiro nível do jogo, bem como a implementação, sob a forma de um *wearable*, do controlador de jogo, tal como definido na secção 5.3 da investigação empírica.

Depois da concetualização e implementação foi feita uma recolha de dados, através de técnicas e instrumentos descritos na secção 5.6, com o intuito de avaliar a interação proposta.

A fase 3 da investigação, foi realizada em ambiente controlado recorrendo a uma amostra de conveniência composta por fisioterapeutas e investigadores. A avaliação consistiu em 3 momentos: um questionário pré-teste, uma entrevista semiestruturada e um questionário pós-teste. O questionário teste permitiu caracterizar os participantes e a entrevista com guião semiestruturado permitiu perceber dificuldades na usabilidade. De forma a validar os dados observados e recolhidos na entrevista, recorreu-se a um questionário pós-teste.

A avaliação do protótipo tem como intuito avaliar as métricas contextualizadas no capítulo metodológico, presente no início do documento. As métricas são:

Pertinência do artefacto tendo em conta o contexto dos doentes vítimas de AVC;
Pertinência do artefacto tendo em conta o contexto do apoio fisioterapêutico disponibilizado atualmente em Portugal;

Utilidade do artefacto para doentes vítimas de AVC;

Potencialidades terapêuticas do artefacto;

Como resultado das avaliações, concluiu-se que, tal como afirmado pela maioria dos fisioterapeutas, o conceito proposto cumpre os requisitos de pertinência de acordo com o público para quem é destinado e tendo em conta o contexto do apoio fisioterapêutico disponibilizado atualmente em Portugal.

O modelo de interação pode ser útil e apresenta potencialidades do ponto de vista fisioterapêutico, necessitando de correções no que diz respeito a metas de usabilidade.

A última fase, a fase 4, *Documentação e análise* apresenta uma listagem de recomendações para o desenvolvimento de jogos digitais, cuja finalidade seja a recuperação de doentes vítimas de AVC

Todas estas etapas ajudaram a fundamentar as respostas às perguntas de investigação colocadas no início da investigação:

1. Que características deve ter um jogo digital de apoio fisioterapêutico para a reabilitação do membro superior em doentes vítimas de AVC?
2. Quais os movimentos fisioterapêuticos adequados a incluir num jogo digital para a recuperação do membro superior?
3. Qual é a fase do tratamento indicado para prescrever o jogo?

A primeira pergunta responde-se no decorrer da investigação, com a listagem de recomendações para o desenvolvimento de jogos digitais cuja finalidade seja a recuperação de doentes vítimas de AVC. Esta listagem de recomendações tem por base as conclusões tiradas nas etapas metodológicas precedentes, e descritas na secção 6.5 *Documentação análise e reflexão*.

Sumariamente, as características que deve ter um jogo digital de apoio fisioterapêutico para a reabilitação do do membro superior em doentes vítimas de AVC são:

- Sistema de baixo custo, dada a realidade social dos doentes (PORDATA, 2013);
- O sistema deve-se adequar ao público para o qual é destinado e ter em conta os aspetos físicos e cognitivos do mesmo: dificuldades visuais, auditivas, físicas e o declínio da memória episódica (Fonseca et al., 2014; Pak & McLaughlin, 2010; Wingfield et al., 2005);
- A navegação do sistema deve ser simples, com botões com funções claras e inequívocas (Amado & Fonseca, 2014);

- O sistema deve fornecer feedback sonoro e visual, com o objetivo de aumentar a probabilidade de memória das ações (Mayer & Moreno, 2003);
- Devem ser inseridos objetivos de curto, médio e longo prazo de forma a manter o jogador motivado (Mader et al., 2012);
- Os elementos do jogo devem ter um alto contraste, principalmente os objetos de jogo decisivos no que diz respeito à tomadas de decisões (Pak & McLaughlin, 2010);
- O sistema de jogo deve ter variabilidade, de forma a que o jogador esteja motivado (Mader et al., 2012);
- O sistema deve dar informações visuais precisas em relação ao movimento a ser executado de forma a evitar lesões.

A segunda pergunta responde-se na secção 5.2.4. Os movimentos devem ser úteis para atividades da vida diária e ser introduzidos por ordem de complexidade, de movimentos simples para movimentos complexos, para que exista uma oportunidade de aprendizagem.

A terceira pergunta responde-se na primeira fase da investigação. Tendo em conta os índices de funcionalidade e a taxa de independência de doentes vítimas de AVC, o jogo concetualizado e prototipado será para doentes de quadros de AVC moderado e ligeiro (Bathel e MIF) e doentes com hemiparesia, conceitos definidos no primeiro capítulo do documento.

Apesar do trabalho de investigação ter conseguido atingir os objetivos a que se propôs, nomeadamente com a prototipagem e avaliação de uma demo funcional correspondente ao primeiro nível concetualizado, existiram alguns problemas que definiram as limitações do trabalho, explicados nos próximos pontos do presente capítulo.

Problemas técnicos

No decorrer da prototipagem da demo funcional foram encontrados problemas ao nível da implementação técnica:

A comunicação *Genuino - Unity*, implementada recorrendo à biblioteca *System.io.ports*, revelou-se não ser o método mais eficaz para comunicar valores entre o microcontrolador (*Genuino*) e o game engine (*Unity*). Esta solução não se mostrou eficaz em nenhuma das versões do sistema operativo OS X e em sistemas operativos Windows, a comunicação não é eficiente em computadores mais antigos, tendo sido necessária a substituição de *hardware* várias vezes no decorrer da investigação.

O sensor adotado, apesar das suas pequenas dimensões, necessita de ser substituído uma vez que foi verificado a presença de *drift*, isto é, a diferença entre a posição que o sistema deteta e a localização na realidade.

Devido à complexidade de desenvolvimento de um jogo digital completo, as físicas do jogo, nomeadamente no que diz respeito ao movimento da personagem necessitam de ser melhoradas, para se aproximarem da física real e melhorarem a experiência de jogo.

Limitações do estudo

Como limitações do estudo tem-se os problemas temporais que comprometeram o desenvolvimento e a implementação do jogo completo.

De forma a que se possa comprovar que de facto o jogo apresenta potencialidades como ferramenta terapêutica é imperativa a correção dos problemas técnicos identificados e a elaboração de testes de usabilidade com pacientes vítimas de AVC.

Perspetivas de trabalho futuro

As perspectivas de desenvolvimento para trabalho de investigação futuro revelam-se em várias vertentes, expostas na Tabela 23, para uma melhor compreensão.

De forma a organizar e sistematizar os objetivos a ter em conta no trabalho futuro, a tabela abaixo encontra-se dividida em três colunas. A primeira define a natureza da melhoria, identificando o seu nível. Na segunda coluna, é descrito o problema e na terceira coluna são explicados os passos a ter em conta para proceder à correção da fragilidade descrita.

Tabela 22 – Perspetivas de trabalho futuro:

Natureza da melhoria	Descrição	Proposta
Nível técnico	Melhorar o sistema de deteção dos movimentos.	Para um melhor <i>tracking</i> do membro superior do jogador consideramos que, para além da pulseira no antebraço, deveria ser incluído um segundo sensor no braço do jogador.
	Melhorar o sistema de comunicação entre o controlador do jogo (pulseira) e o jogo, melhorando a comunicação entre o microcontrolador (<i>Genuino</i>) e o <i>Game Engine (UNITY)</i> .	Deverá procurar-se alternativas para o atual sistema comunicação, de forma a que seja possível jogar o jogo em todos os sistemas operativos e em computadores mais antigos.
Nível conceptual	Expandir a narrativa do jogo para movimentos mais complexos, adicionando outros episódios históricos.	De forma a conceber um auxílio eficiente para todos os níveis de funcionalidade, a narrativa deve abranger movimentos mais complexos, sendo necessário concetualizar mais níveis.
Nível comunicacional	Uma vez que a terapia não é um processo solitário, o sistema de jogo deve comunicar com <i>stakeholders</i> de saúde, nomeadamente o fisioterapeuta do paciente, de forma a que este possa desenhar programas de reabilitação mais eficientes.	Implementar um sistema de sessões e um <i>back office</i> de forma a que o fisioterapeuta, possa ao registo da atividade do paciente.
Nível da avaliação	Com mais desenvolvimentos, justifica-se a realização de testes adicionais de avaliação.	Avaliações periódicas que confrontem pacientes e provedores de saúde com os progressos do Sistema.

Referências

- Abt, C. C. (1987). *Serious Games*.
- Adams, E. (2013). *Fundamentals of Game Design. Design* (2nd ed.). New Riders.
- Aho, K., Harmsen, P., Hatano, S., Marquardsen, J., Smirnov, V. E., & Strasser, T. (1980). Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study. *Bulletin of the World Health Organization*, 58(1), 113–30.
- Amado, P., & Fonseca, I. (2014). Sistema visual: a identidade e a interação na comunidade miOne. In E. Afrontamento (Ed.), *SEDUCE- Utilização da comunicação e da informação em ecologias web pelo cidadão sénior* (1st ed., pp. 65–97). Porto.
- American Stroke Association. (2013). Spasticity. *Spasticity*. Retrieved November 24, 2015, from <http://goo.gl/hGu40W>
- Arch, A. (2008). Web Accessibility for Older Users: A Literature Review. W3C. Retrieved June 6, 2016, from <https://goo.gl/ph1Y9C>
- Aström, M. (1996). Generalized anxiety disorder in stroke patients. A 3-year longitudinal study. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*, 27(2), 270–5.
- Bainbridge, E., Bevans, S., Keeley, B., & Oriel, K. (2011). The Effects of the Nintendo Wii Fit on Community-Dwelling Older Adults with Perceived Balance Deficits: A Pilot Study. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics*.
- Ballester, B. R., Nirme, J., Duarte, E., Cuxart, A., Rodriguez, S., Verschure, P., & Duff, A. (2015). The visual amplification of goal-oriented movements counteracts acquired non-use in hemiparetic stroke patients. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 12(1), 50. doi:10.1186/s12984-015-0039-z
- Bestor, T. (1993). Dogs Don't Do Math. *WIRED*. Retrieved November 27, 2015, from <http://bit.do/bJsis>
- Bickenbach, J. E. (2012). *ICF core sets* (1st ed.). Toronto: Hogrefe Publishing.
- Bowman, D. A. (2015). 3D User Interfaces. *Interaction Design Foundation*. Retrieved January 25, 2016, from <https://goo.gl/2Bi68G>
- Brainin, M., Bornstein, N., Boysen, G., & Demarin, V. (2000). Acute neurological stroke care in Europe: results of the European Stroke Care Inventory. *European Journal of Neurology*, 7(1), 5–10.
- British Bobath Tutors Association. (2013). Bobath Concept: Theory and Clinical Practice in Neurological Rehabilitation. John Wiley & Sons.
- Bur, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2010). Augmented Reality Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation. In *2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications* (pp. 75–78). IEEE. doi:10.1109/VS-GAMES.2010.21
- Burn, J., Dennis, M., Bamford, J., Sandercock, P., Wade, D., & Warlow, C. (1997). Epileptic seizures after a first stroke: the Oxfordshire Community Stroke Project. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 315(7122), 1582–7.
- Charles, D., Pedlow, K., McDonough, S., Shek, K., & Charles, T. (2014). Close range depth sensing cameras for virtual reality based hand rehabilitation. doi:10.1108/JAT-02-2014-0007
- Corbetta, D., Sirtori, V., Moja, L., & Gatti, R. (2010). Constraint-induced movement therapy in stroke patients: systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(4), 537–44.

- Costa, L. V., & Veloso, A. I. (2016). Factors Influencing the Adoption of Video Games in Late Adulthood: *International Journal of Technology and Human Interaction*, 12(1), 35–50. doi:10.4018/IJTHI.2016010103
- Costa, L., & Veloso, A. (2015). The gamer's soul never dies: Review of digital games for an active ageing. In *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). IEEE. doi:10.1109/CISTI.2015.7170614
- Costa, R. (2011). Qualidade de Vida Relacionada com a Saúde em Doentes pós AVC. Instituto Superior Miguel Torga.
- Costikyan, G. (1994). I Have No Words & I Must Design. Retrieved December 30, 2015, from <http://www.costik.com/nowords.html>
- Coupar, F., Pollock, A., Legg, L. A., Sackley, C., & van Vliet, P. (2012). Home-based therapy programmes for upper limb functional recovery following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (December 2015). doi:10.1002/14651858.CD006755.pub2
- Cramer, S. C. (2011). An overview of therapies to promote repair of the brain after stroke. *Head & Neck*, 33 Suppl 1, S5–7. doi:10.1002/hed.21840
- Crawford, C. (1984). *The Art of Computer Game Design*. Osborne/McGraw-Hill.
- Csikszentmihalyi, M. (2008). *Flow: The Psychology of Optimal Experience* (1st ed.). Harper Perennial Modern Classics.
- Deutsch, J. E., Brettler, A., Smith, C., Welsh, J., John, R., Guarrera-Bowlby, P., & Kafri, M. (2015). Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 18(6), 701–19. doi:10.1310/tsr1806-701
- Ding, Z. Q., Luo, Z. Q., Causo, A., Chen, I. M., Yue, K. X., Yeo, S. H., & Ling, K. V. (2013). Inertia sensor-based guidance system for upperlimb posture correction. *Medical Engineering & Physics*, 35(2), 269–76. doi:10.1016/j.medengphy.2011.09.002
- Epstein, D., Mason, A., & Manca, A. (2008). The hospital costs of care for stroke in nine European countries. *Health Economics*, 17(1 Suppl), S21–31. doi:10.1002/hec.1329
- Fisher, S. (1986). Use of Computers Following Brain Injury. *Activities, Adaptation & Aging*, 8(1), 81–93. doi:10.1300/J016v08n01_10
- Flynn, S., Palma, P., & Bender, A. (2007). Feasibility of using the Sony PlayStation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT*, 31(4), 180–9. doi:10.1097/NPT.0b013e31815d00d5
- Fonseca, I., Amado, P., & Costa, L. (2014, July 19). Desenho de interfaces para seniores: desafios e oportunidades no projeto SEDUCE. *Revista PRISMA.COM*, (23). Retrieved from <http://bit.do/bJsip>
- Games That Move You. (2015a). Games That Move You System with Recovery Rapids: Pre-Order — Games That Move You. Retrieved January 25, 2016, from <https://goo.gl/ZbGtWb>
- Games That Move You. (2015b). Recovery Rapids: Digital Download Pre-Order — Games That Move You. Retrieved January 25, 2016, from <https://goo.gl/QBR6V1>
- George, F. H. M. (2011). Acidente vascular cerebral: Prescrição de medicina física e de reabilitação. *Direção-Geral de Saúde*, 054/2011.

- Geyh, S., Cieza, A., Schouten, J., Dickson, H., Frommelt, P., Omar, Z., ... Stucki, G. (2004). ICF Core Sets for stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, (44 Suppl), 135–41. doi:10.1080/16501960410016776
- Grechuta, K., Rubio, B., Duff, A., Duarte, E., & Verschure, P. F. M. J. (2014). Intensive language-action therapy in virtual reality for a rehabilitation gaming system. *Proc. 10th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Associated Technologies*, 7049.
- Hackett, M. L., Anderson, C. S., & House, A. O. (2005). Management of depression after stroke: a systematic review of pharmacological therapies. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*, 36(5), 1098–103. doi:10.1161/01.STR.0000162391.27991.9d
- Hansen-Kyle, L. (2005). A concept analysis of healthy aging. *Nursing Forum*, 40(2), 45–57. doi:10.1111/j.1744-6198.2005.00009.x
- Huizinga, J. (1955). *Homo Ludens: A Study of the Play-element in Culture*.
- Instituto Nacional de Estatística. (2014). *Projeções de População Residente*, 1–18.
- International Conference on Technology and Innovation in Sports, H. and W. (n.d.). Special Track “Digital Games in assistive environments.” Retrieved from <http://goo.gl/X61wT2>
- ISO 9241-210. Human-centred design for interactive systems (2010). International Organization for Standardization.
- Jarrassé, N., Proietti, T., Crocher, V., Robertson, J., Sahbani, A., Morel, G., & Roby-Brami, A. (2014). Robotic exoskeletons: a perspective for the rehabilitation of arm coordination in stroke patients. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 947. doi:10.3389/fnhum.2014.00947
- Jull, J. (2014). Genre in Video Games (and Why We don't Talk [more] about it). Retrieved from <http://goo.gl/o573V7>
- Juul, J. (2005). *Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Juul, J. (2010). *A Casual Revolution: Video Games and Their Players. A Casual Revolution*.
- Kellingley, N. (2015). Improving the User Experience for the Elderly. *Interaction Design Foundation*. Retrieved January 6, 2016, from <https://www.interaction-design.org/literature/article/improving-the-user-experience-for-the-elderly>
- Kleim, J. A., Barbay, S., & Nudo, R. J. (1998). Functional reorganization of the rat motor cortex following motor skill learning. *Journal of Neurophysiology*, 80(6), 3321–5. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9862925>
- Klijn, C. J., & Hankey, G. J. (2003). Management of acute ischaemic stroke: new guidelines from the American Stroke Association and European Stroke Initiative. *The Lancet Neurology*, 2(11), 698–701. doi:10.1016/S1474-4422(03)00558-1
- Lang, C. E., Macdonald, J. R., Reisman, D. S., Boyd, L., Jacobson Kimberley, T., Schindler-Ivens, S. M., ... Scheets, P. L. (2009). Observation of amounts of movement practice provided during stroke rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(10), 1692–8. doi:10.1016/j.apmr.2009.04.005
- Littlejohn, S. W., & Foss, K. A. (2008). *Theories of Human Communication*. (D. Cavanaugh, Ed.). International Thomson Publishing Europe.
- Low, R., Jin, P., & Sweller, J. (2012). Instructional Design in Digital Environments and Availability of Mental Resources for the Aged Subpopulation. In IGI (Ed.), *Engaging Older*

- Adults with Modern Technology: Internet Use and Information Access Needs* (1st ed., pp. 81–98). IGI Global. doi:10.4018/978-1-4666-1966-1:ch005
- Mader, S., Natkin, S., & Levieux, G. (2012). How to Analyse Therapeutic Games: The Player / Game / Therapy Model (pp. 193–206). Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-33542-6_17
- Mann, S. (1997). Introduction: On the bandwagon or beyond wearable computing? *Personal Technologies*, 1(4), 203–207. doi:10.1007/BF01682022
- Mann, S. (1998). Definition of “Wearable Computer.” Proc. The 1998 International Conference on Wearable Computing ICWC-98., Fairfax VA.
- Marston, H. R., Kroll, M., Fink, D., & Eichberg, S. (2014). Digital Game Aesthetics of the iStoppFalls Exergame. In B. Schouten, S. Fedtke, M. Schijven, M. Vosmeer, & A. Gekker (Eds.), *Games for health 2014* (pp. 89–100). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. doi:10.1007/978-3-658-07141-7
- Maung, D., Borstad, A., Gauthier, L. V., Mcpherson, R. J., Worthen-chaudhari, L., Grealy, J., & Adams, J. (2014). Development of Recovery Rapids - A Game for Cost Effective Stroke Therapy. *Foundations of Digital Games (FDG)*.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52. doi:10.1207/S15326985EP3801_6
- McCoy, S. L., Tun, P. A., Cox, L. C., Colangelo, M., Stewart, R. A., & Wingfield, A. (2005). Hearing loss and perceptual effort: downstream effects on older adults’ memory for speech. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 58(1), 22–33. doi:10.1080/02724980443000151
- Microsoft Portugal. (2016). Kinect - Microsoft Portugal Loja On-line. Retrieved June 3, 2016, from <http://goo.gl/HqDrlt>
- Nielson, J. (1995). 10 Heuristics for User Interface Design. Retrieved January 5, 2016, from <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nintendo. (2015). | Wii - Health & Safety Information | Nintendo. Retrieved December 28, 2015, from <http://bit.do/bJsif>
- Norman, D. A. (2002). The Design of Everyday Things. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing (Vol. 16). doi:10.1002/hfm.20127
- Norman, D. A. (2010). The way I see it: Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3), 6. doi:10.1145/1744161.1744163
- O’Neil, O., Gatzidis, C., & Swain, I. (2014). A State of the Art Survey in the Use of Video Games for Upper Limb Stroke Rehabilitation. In M. Ma, L. C. Jain, & P. Anderson (Eds.), *Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare* (Vol. 68, pp. 344–364). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-642-54816-1
- ONU. (1948). Universal Declaration of Human Rights (1st ed.). Paris: ONU.
- Ouwehand, K., Gog, T. Van, & Paas, F. (2013). The use of gesturing to facilitate older adults’ learning from computer-based dynamic visualizations. In R. Z. Zheng, R. D. Hill, & M. K. Gardner (Eds.), *Engaging Older Adults with Modern Technology* (1st ed., pp. 33 – 58). IGI Global. doi:10.4018/978-1-4666-1966-1
- Oxland, K. (2004). *Gameplay and Design*. Pearson Addison Wesley.
- Pak, R., & McLaughlin, A. (2010). *Designing Displays for Older Adults*. CRC Press.

- Parton, a, Malhotra, P., & Husain, M. (2004). Hemispatial neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 75(1), 13–21.
- Paúl, M. C., & Ribeiro, O. (2011). *Manual de Envelhecimento Activo, Maria Constança Paúl*. (Lidel, Ed.). LISBOA.
- Pololu. (2015a). I3g-arduino. Retrieved June 3, 2016, from <https://goo.gl/nzRXp7>
- Pololu. (2015b). I3m303-arduino. Retrieved June 3, 2016, from <https://goo.gl/3zsHZ1>
- Pololu. (2016). I3minimu-9-ahrs-arduino. Retrieved June 3, 2016, from <https://goo.gl/W1m7X4>
- Pomeroy, V., Aglioti, S. M., Mark, V. W., McFarland, D., Stinear, C., Wolf, S. L., ... Fitzpatrick, S. M. (2011). Neurological principles and rehabilitation of action disorders: rehabilitation interventions. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(5 Suppl), 33S–43S. doi:10.1177/1545968311410942
- PORDATA. (2013). Pensão média anual da Segurança Social: total, de sobrevivência, de invalidez e de velhice - Portugal. Retrieved January 25, 2016, from <http://goo.gl/490R4m>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. Van. (1992). *Manual de investigação em ciências sociais*. Gradiva.
- Rand, D., Kizony, R., & Weiss, P. T. L. (2008). The Sony PlayStation II EyeToy: low-cost virtual reality for use in rehabilitation. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT*, 32(4), 155–63. doi:10.1097/NPT.0b013e31818ee779
- Riberto, M., Miyazaki, M. H., Jucá, S. S. H., Sakamoto, H., & Potiguara, P. (2004). Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência. *Acta Fisiatrica*, 11, 3–7.
- Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2015). *Interaction Design: Beyond Human - Computer Interaction*.
- Rothwell, P. M., Coull, A. J., Silver, L. E., Fairhead, J. F., Giles, M. F., Lovelock, C. E., ... Mehta, Z. (2005). Population-based study of event-rate, incidence, case fatality, and mortality for all acute vascular events in all arterial territories (Oxford Vascular Study). *Lancet (London, England)*, 366(9499), 1773–83. doi:10.1016/S0140-6736(05)67702-1
- Sacco, R. L., Kasner, S. E., Broderick, J. P., Caplan, L. R., Connors, J. J. B., Culebras, A., ... Vinters, H. V. (2013). An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*, 44(7), 2064–89. doi:10.1161/STR.0b013e318296aeca
- Sady, S. P., Wortman, M., & Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(6), 261–3.
- Saffer, D. (2008a). *Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices*. O'Reilly Media, Inc.
- Saffer, D. (2008b). Introducing Interactive Gestures. In M. Treseler (Ed.), *Designing Gestural Interfaces* (1st ed., pp. 1–30). Canada: O'Reilly Media.
- Saffer, D. (2009). *Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices* (2nd ed.). New Riders.
- Saffer, D. (2013). *Microinteractions*. O'Reilly Media.
- Schulz, R., & Heckhausen, J. (1996). A life span model of successful aging. *The American Psychologist*, 51(7), 702–14.

- Silver, J., Gill, J., Sharville, C., Slater, J., & Martin, M. (1998). A New Font for Digital Television Subtitles. *John Gill Technology Ltd*. Retrieved June 5, 2016, from <http://goo.gl/WnFj3X>
- Starner, T. (2015). *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, Second Edition (pp. 13–30).
- Stone, S. P., Wilson, B., Wroot, A., Halligan, P. W., Lange, L. S., Marshall, J. C., & Greenwood, R. J. (1991). The assessment of visuo-spatial neglect after acute stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 54(4), 345–50. doi:10.1136/jnnp.54.4.345
- Suits, B. (2005). *The Grasshopper: Games, Life and Utopia*. Broadview Press Ltd.
- SWORD HEALTH. (2016). SWORD HEALTH solution. Retrieved June 30, 2016, from swordhealth.com
- Truelsen, T., Ekman, M., & Boysen, G. (2005). Cost of stroke in Europe. *European Journal of Neurology*, 12 Suppl 1, 78–84. doi:10.1111/j.1468-1331.2005.01199.x
- Universitat Pompeu Fabra. (2015). Rehabilitation Scenarios | Rehabilitation Gaming System. Retrieved December 30, 2015, from <http://goo.gl/mVKfmY>
- Van den Akker, J. (1999). Design approaches and tools in education and training. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. doi:10.1007/978-94-011-4255-7
- Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P. J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PloS One*, 9(2), e87987. doi:10.1371/journal.pone.0087987
- Walker, M. F. (2007). Stroke rehabilitation: evidence-based or evidence-tinged? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(3), 193–7. doi:10.2340/16501977-0063
- Ward, N. S., Newton, J. M., Swayne, O. B. C., Lee, L., Thompson, A. J., Greenwood, R. J., ... Frackowiak, R. S. J. (2006). Motor system activation after subcortical stroke depends on corticospinal system integrity. *Brain: A Journal of Neurology*, 129(Pt 3), 809–19. doi:10.1093/brain/awl002
- Whitton, N. (2014). *Digital Games and Learning: Research and Theory*. Routledge.
- WHO. (2002). *Active Ageing A Policy Framework*. Switzerland. Retrieved from <http://bit.do/WHO-Active-Ageing>
- WHO. (2011). *WHO | Definition of an older or elderly person*. World Health Organization. Retrieved from <http://bit.do/bJsh7>
- Wingfield, A., Tun, P. A., & McCoy, S. L. (2005). Hearing Loss in Older Adulthood. What It Is and How It Interacts With Cognitive Performance. *Current Directions in Psychological Science*, 14(3), 144–148. doi:10.1111/j.0963-7214.2005.00356.x
- Yavuzer, G., Senel, A., Atay, M. B., & Stam, H. J. (2008). Playstation eyetoy games" improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 44(3), 237–44.
- Yong Joo, L., Soon Yin, T., Xu, D., Thia, E., Pei Fen, C., Kuah, C. W. K., & Kong, K.-H. (2010). A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(5), 437–41. doi:10.2340/16501977-0528
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design*. O'Reilly Media, Inc.

Zimmerman, E., & Salen, K. (2003). *Rules of Play* (1st ed.). Cambridge: MIT Press.

Apêndices

Para facilitar a organização dos materiais que produzidos ao longo da investigação estes encontram-se anexados num CD com o objetivo de organizar e categorizar a informação

De forma a que a consulta seja de mais fácil acesso uma vez que a maioria dos materiais produzidos foram produzidos em formato digital, e com esta opção os materiais não perdem as suas qualidades.

Na próxima página encontra-se discriminadas as informações disponíveis e o nome da pasta do CD onde a informação está organizada.

Qualidade da informação	Nome da pasta
Demo executável do jogo	1.Executável
Código do <i>Genuino</i>	1.1. Gneuino_code
Projeto do <i>Unity</i>	1.2 Unity_project
Material gráfico	2.UI
Desenhos da interface	2.1UIEdit
Objetos 3D	2.13D
Instrumentos de recolha de dados	
Guião de observação	3_observacao
Guião das entrevistas exploratórias	3_1Entrevistas
Questionários de avaliação da demo	3_2Avaliacao

Estes anexos só estão disponíveis para consulta através do CD-ROM.
Queira por favor dirigir-se ao balcão de atendimento da Biblioteca.

Serviços de Biblioteca, Informação Documental e Museologia
Universidade de Aveiro